CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA

COMITE ASSOCIE SUR LES CRITERES SCIENTIFIQUES

CONCERNANT

L'ETAT DE L'ENVIRONNEMENT

INSECTES PIQUEURS AU CANADA:

EFFETS SUR LA SANTE

ET CONSEQUENCES ECONOMIQUES

par

M. Laird (Président)
A. Aubin
P. Belton
M.M. Chance
F.J.H. Fredeen
W.O. Haufe
H.B.N. Hynes
D.J. Lewis
I.S. Lindsay
D.M. McLean
G.A. Surgeoner
D.M. Wood
M.D. Sutton, C.N.R.C. (Secrétaire)

Préparé pour le compte du Sous-comité
des phénomènes biologiques

National Research Council Canada
Conseil national de recherches Canada

Environmental Secretariat
Secrétariat de l'environnement

Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality
Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement

Ottawa, Canada
K1A 0R6

NOUVELLE PUBLICATION

INSECTES PIQUEURS DU CANADA: EFFETS SUR LA SANTE ET CONSEQUENCES ECONOMIQUES

Les insectes piqueurs font partie intégrante de l'environnement canadien et influent, parfois gravement, sur la vie des hommes et des animaux. On a déjà identifié plus de 400 espèces d'insectes piqueurs qui aspirent le sang des vertébrés. Nombre de ces espèces sont des agents vecteurs de maladies infectieuses. Ces insectes entravent non seulement le développement des ressources mais aussi l'épanouissement socioéconomique et le bien-être des Canadiens.

Récemment il y a eu une série de recrudescences, chez les animaux et chez l'homme, de maladies transmises par les insectes piqueurs. Par conséquent, le Sous-comité des phénomènes biologiques du Comité associé du CNRC sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement a convoqué un groupe d'experts afin de préparer un rapport traitant de l'état actuel des connaissances sur les insectes piqueurs et des conséquences économiques possibles. Ce groupe était formé de douze spécialistes en biologie et en sciences de la santé.

Leur rapport est une compilation des données canadiennes disponibles en ce qui concerne les effets des insectes piqueurs sur (1) les conditions de santé, de vie et de travail chez l'homme (2) l'agriculture, et notamment la production d'aliments provenant du bétail, ainsi que (3) les facteurs influant sur le coût des programmes de contrôle (ou de leur absence) contre des insectes piqueurs. Les auteurs soulignent la necessité d'une formation professionnelle et le besoin de susciter l'intérêt du public pour ce problème. En outre, ils indiquent de graves lacunes à combler dans les connaissances actuelles.

Version anglaise (157 pages)
Publication No. NRCC 19248
Available through prepaid purchase orders from

Version française (à paraître)
Publication nº CNRC 19249
En vente, moyennant commandes prépayées, au Service des

Publications, NRCC/CNRC
Ottawa, Ontario, Canada K1A 0R6

Prix/price: $5.00

Canada

National Research Council Canada
Conseil national de recherches Canada

Environmental Secretariat
Secrétariat de l'environnement

Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality
Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement

Ottawa, Canada
K1A 0R6

ANNOUNCEMENT
OF
PUBLICATION

BITING FLIES IN CANADA: HEALTH EFFECTS AND ECONOMIC CONSEQUENCES

Biting flies are an integral part of the Canadian environment affecting the lives, at times severely, of man and animals. At least 400 species of biting flies that suck vertebrate blood have been identified; many of these are vectors of infectious diseases. By the very nature of their feeding habits, biting flies are also a serious annoyance and have been responsible for impeding resource development, socioeconomic expansion and human welfare in Canada.

In response to recent serious outbreaks of biting fly-transmitted diseases in man and animals, the Subcommittee on Biological Phenomena of the NRC Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality convened a group of specialists, comprising twelve Canadian biologists and health professionals actively engaged in research and teaching, to assess the present state of knowledge of biting flies in Canada and some of the potential economic consequences.

The Report embodies a compilation of the available Canadian data concerning the effects of biting flies on (i) human health, living and working conditions, (ii) agriculture, especially food production from livestock, together with (iii) cost factors arising from biting fly abatement programs or lack thereof. The needs for professional training and public involvement in Canada are highlighted and some important gaps in knowledge which merit further research are described.

English version (157 pages)
Publication No. NRCC 19248
Available through prepaid purchase orders from

Version française (à paraître)
Publication nº CNRC 19249
En vente, moyennant commandes prépayées, au Service des

Publications, NRCC/CNRC
Ottawa, Ontario, Canada K1A 0R6

Price/prix: $5.00

Canada

Publication C.N.R.C. n° 19249

du

Secrétariat de l'environnement

Droits de la Couronne réservés

1983

En vente, moyennant commandes prépayées, au

Service des publications, C.N.R.C./N.R.C.C.
Ottawa, Canada, K1A 0R6

Prix: $5.00

Le Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement a été créé par le Conseil national de recherches du Canada en réponse à un mandat du gouvernement fédéral visant à élaborer des directives scientifiques pour définir la qualité de l'environnement. Ce Comité s'intéresse strictement aux critères scientifiques, les normes de pollution et les objectifs étant la responsabilité des autorités de réglementation et étant établis dans le but de lutter contre la pollution. Ces normes et objectifs sont d'abord basés sur des critères scientifiques, mais ils tiennent compte également de l'impact socio-économique optimal des mesures proposées ainsi que de l'état de la technologie existante.

Le programme du Comité associé comprend l'évaluation des données disponibles relatives à la probabilité des effets de produits de contamination sur les organismes récepteurs, ainsi que l'appréciation des principes fondamentaux et des connaissances scientifiques qui y sont apparentés. On s'intéresse surtout aux produits de contamination et aux organismes récepteurs (et leurs interactions) qui sont importants pour notre pays, car les évaluations faites dans d'autres pays ou dans d'autres régions ne s'avèrent pas toujours pertinentes pour le Canada.

Les membres du Comité associé, de ses Sous-comités et de ses Groupes d'experts siègent à titre volontaire et sont choisis suivant leur compétence individuelle et leur expérience applicable, tout en tenant compte de l'équilibre qu'il faut conserver entre tous les secteurs au Canada. La responsabilité de la qualité des documents d'étude appartient au Comité associé. Chaque rapport est soigneusement revu suivant une méthode comprenant des étapes multiples, méthode qui a été établie et qui est contrôlée par le Conseil national de recherches du Canada, afin de conserver l'objectivité dans la présentation de connaissances scientifiques, la publication et la diffusion d'un rapport n'étant effectuées qu'après révision complète.

Nous invitons les intéressés à émettre des commentaires sur les documents du Comité associé, commentaires qui seront ensuite soigneusement revus par des Groupes d'experts. On envisage la révision périodique de ces critères scientifiques au fur et à mesure des nouvelles connaissances.

Tous les ouvrages publiés par le Comité associé le sont en français et en anglais.

GROUPE SCIENTIFIQUE CONSULTATIF
SUR
LES INSECTES PIQUEURS AU CANADA
EFFETS SUR LA SANTE ET CONSEQUENCES ECONOMIQUES

Marshall Laird, Ph.D., D.Sc. (Président)
Director, Research Unit on Vector Pathology
Memorial University of Newfoundland
St. John's (Terre-Neuve) A1C 5S7

Antoine Aubin, Ph.D.
Directeur, Groupe de Recherche sur les insectes piqueurs
Université du Québec à Trois-Rivières
C.P. 500 Trois-Rivières, Québec G9A 5H7

Peter Belton, Ph.D., A.R.C.S.
Pestology Centre, Department of Biological Sciences
Simon Fraser University
Burnaby (Colombie-Britannique) V5A 1S6

Mary M. Chance, Ph.D.
Canada Biting Fly Centre
The University of Manitoba
Winnipeg (Manitoba) R3T 2N2

F.J. Hartley Fredeen, M.Sc.
Station de recherches d'Agriculture Canada
107 Science Crescent
Saskatoon (Saskatchewan) S7N 0X2

Wib O. Haufe, Ph.D.
Station de recherche d'Agriculture Canada
Lethbridge (Alberta) T1J 4B1

H.B. Noel Hynes, D.Sc., A.R.C.S., F.R.S.C.
Department of Biology
University of Waterloo
Waterloo (Ontario) N2L 3G1

David J. Lewis, Ph.D.
Department of Entomology
Macdonald Campus of McGill University
Ste. Anne de Bellevue (Québec) H9X 1C0

Ian S. Lindsay, M.Sc.
Centre de recherches pour la défense, Ottawa
Ottawa (Ontario) K1A 0Z4

Donald M. McLean, M.D., F.R.C.P.(C)
Division of Medical Microbiology
University of British Columbia
Vancouver (Colombie-Britannique) V6T 1W5

Gordon A. Surgeoner, Ph.D.
Department of Environmental Biology
University of Guelph
Guelph (Ontario) N1G 2W1

D. Monty Wood, Ph.D.
Agriculture Canada, Direction générale de la recherche
Institut de recherches biosystématiques
Ferme expérimentale centrale
Ottawa (Ontario) K1A 0C6

Murray D. Sutton, Ph.D.
Secrétaire, Sous-comité C.A.C.S.E.E.
sur les phénomènes biologiques
Conseil national de recherches du Canada
100 Sussex Drive
Ottawa (Ontario) K1A 0R6

TABLE DES MATIERES

		PAGE
LISTE DES FIGURES		8
LISTE DES TABLEAUX		9
LISTE DES APPENDICES		10
REMERCIEMENTS		11
PREFACE		12
RESUME		13
1.0	INTRODUCTION	17
1.1	Historique	17
1.2	Frais occasionnés par les infestations d'insectes piqueurs	20
2.0	SITUATION ACTUELLE	25
2.1	Echantillonnage	25
2.1.1	Echantillonnage des insectes piqueurs	25
2.1.2	Echantillonnage des arbovirus	27
2.1.3	Echantillonnage des organismes non cibles	35
2.2	Insectes piqueurs	36
2.3	Organismes pathogènes véhiculés par les arthropodes	38
2.4	Incidence sur les activités de l'homme	57
2.4.1	Effets des insectes piqueurs sur l'homme	57
2.4.2	Effets des insectes piqueurs sur le bétail	61
2.4.3	Résumé	63
2.5	Effets sur l'élevage du bétail	63
2.6	Effets sur les animaux sauvages	67
3.0	LUTTE CONTRE LES INSECTES PIQUEURS	71
3.1	Produits chimiques	71
3.2	Mesures innovatrices et lutte intégrée	74
3.3	Modification du milieu	77
4.0	EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT	81
4.1	Effets des insecticides à large spectre d'action sur les organismes non cibles	81
4.2	Persistance des résidus de pesticides	87

TABLE DES MATIERES (SUITE)

		PAGE
5.0	FORMATION PROFESSIONNELLE ET INFORMATION DU PUBLIC	89
5.1	Information du public	89
5.2	Formation professionnelle	90
5.2.1	Techniciens	90
5.2.2	Gestionnaires	91
6.0	LACUNES ET RECOMMANDATIONS	93
6.1	Ecologie des arbovirus	93
6.2	Incidence sur les activités de l'homme	93
6.3	Effets sur l'élevage du bétail	93
6.4	Effet sur les animaux sauvages	94
6.5	Lutte biologique	94
6.6	Lutte chimique	94
6.7	Effet des mesures de lutte (biologique et chimique) sur le milieu aquatique	95
6.8	Effet des agents chimiques sur les milieux non aquatiques	95
GLOSSAIRE		133
BIBLIOGRAPHIE		137
INDEX DES SUJETS		168

LISTE DES FIGURES

FIGURE		PAGE
2-1	Distribution qualitative des populations larvaires de moustiques le long d'un transect théorique d'une tourbière réticulée (Subarctique)	30
2-2	Incidence des arbovirus dans les diverses zones de végétation du Canada	40
2-3	Cycle oiseau-moustique (par ex. de l'encéphalomyélite équine de l'Ouest)	43
2-4	Cycle mammifère-moustique (par ex. de l'encéphalite de Californie)	44

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU		PAGE
1-1	Pertes estimées chez un troupeau de reproduction comprenant des vaches, des veaux et des taureaux (1570 animaux) dans un pâturage de 3240 ha (P.F.R.A. "James Smith") situé au nord de Kinistino (Saskatchewan), par suite des infestations de *Simulium luggeri* survenues du 29 mai au 15 octobre 1978	28
2-1	Méthodes d'échantillonnage d'insectes piqueurs immatures	28
2-2	Méthodes d'échantillonnage d'insectes piqueurs adultes	29
2-3	Comparaison des méthodes de contrôle des arbovirus	33
2-4	Maladies transmises à l'homme par des insectes piqueurs au Canada	39
2-5	Epidémiologie des arbovirus endémiques transmis par des moustiques au Canada	42
2-6	Incidence des infections arbovirales dans les provinces canadiennes	45
2-7	Transmission en laboratoire d'arbovirus par des moustiques du Canada	54
2-8	Réduction des piqûres d'insectes au moyen de vêtements imprégnés d'insecticide ou d'insectifuge	60
2-9	Organismes non pathogènes pour l'homme transmis par des insectes piqueurs au Canada	68
4-1	Nombre d'invertébrés aquatiques prélevés avec un filet Surber sur le lit des rivières Saskatchewan Nord et Sud près de leur confluence au nord de Kinistino (Saskatchewan), après des applications annuelles de méthoxychlore contre les larves de mouches noires	85
II-1	Guides récents d'identification	114
III-1	Dépenses faites par les municipalités pour la lutte contre les moustiques dans le sud-ouest de l'Ontario, 1976	128

LISTE DES APPENDICES

APPENDICE		PAGE
I.0	Communication et obtention de l'information	97
II.0	Etat actuel de la taxonomie des insectes piqueurs au Canada	109
III.0	Lutte contre les moustiques en Ontario, 1976-1977	125
IV.0	Manuels et guides de formation relatifs à la lutte contre les moustiques	131

REMERCIEMENTS

Le groupe consultatif scientifique remercie les personnes suivantes, membres du Secrétariat de l'Environnement au C.N.R.C.: Bonnie Conlon, Mary Given, Kathy O'Connor et Patricia Mortimer, pour leurs bons offices et les conseils techniques qu'ils ont apportés durant la préparation du présent document, et Earl Maser et Patricia Curry, pour leur aide à titre de spécialistes de l'édition. Nos remerciements vont également aux dactylographes Margaret Beveridge, Nancy Given et Dixie McCall.

PREFACE

Les insectes piqueurs font partie intégrante de l'environnement canadien et ont influencé le mode d'existence de la faune et des indigènes du Canada bien longtemps avant que les Européens ne découvrent le Nouveau Monde. Au Canada, on connaît au moins 400 espèces d'insectes piqueurs hématophages des vertébrés. Bon nombre d'entre eux transmettent des maladies infectieuses, l'un des plus grands problèmes auxquels se bute encore l'humanité. De plus, en raison même de leur mode d'alimentation, les insectes piqueurs causent de sérieux désagréments et retardent la mise en valeur de ressources naturelles, le progrès socio-économique et l'amélioration des conditions de vie au Canada.

A la suite des nombreux cas récents d'affections graves transmises par des insectes piqueurs aux êtres humains et aux animaux et de la publication d'estimations fiables sur les pertes économiques reconnues de longue date comme étant dues aux insectes piqueurs, le Sous-comité des phénomènes biologiques du Comité associé du CNRC sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement a créé un groupe consultatif scientifique chargé de rendre compte de l'état actuel de nos connaissances sur les insectes du Canada. Créé au début de 1980, ce groupe réunissait douze biologistes et professionnels de la santé canadiens oeuvrant dans la recherche et l'enseignement.

Du 1er au 3 décembre 1980, le groupe a participé à un atelier à Ottawa (Ontario) pour préparer un rapport préliminaire. Dans ce document de référence, les douze spécialistes dressent le profil de nos connaissances sur les insectes piqueurs du Canada. Les sujets abordés sont brièvement décrits dans les pages suivantes.

RESUME

Le présent rapport résulte de la compilation des données disponibles au Canada sur les effets des insectes piqueurs des points de vue suivants: (i) la santé et les conditions de vie et de travail de l'homme, (ii) l'agriculture et plus particulièrement l'élevage des animaux de boucherie et (iii) les frais encourus pour éliminer les insectes piqueurs ou découlant de l'absence de mesures de lutte. Ce rapport a été préparé par un groupe de biologistes et de professionnels de la santé canadiens au cours d'un atelier de travail tenu au Conseil national de recherches du Canada à Ottawa du 1er au 3 décembre 1980.

En été au Canada, les moustiques sont les vecteurs naturels de trois arbovirus responsables chez l'homme d'infections du système nerveux central; on a en effet signalé des cas d'encéphalite de Californie (CE), en Ontario et au Québec, d'encéphalite de St-Louis (SLE), en Ontario, et d'encéphalo-myélite équine de l'Ouest (WEE) dans les provinces des Prairies et en Colombie-Britannique. Au Québec, des chevaux ont été atteints d'encéphalite par suite d'une infection par l'arbovirus de l'encéphalomyélite équine de l'Est (EEE), également transmis par des moustiques, mais la population humaine n'a pas été touchée. Il existe des systèmes de contrôle pour détecter la présence de ces virus; on a recours, entre autres, i) aux rapports épidémiologiques publiés aux Etats-Unis, ii) à l'étude sérologique du sang de vertébrés ($0.85 par échantillon), iii) au contrôle d'animaux indicateurs, iv) au dénombrement des vecteurs et à l'isolement des virus qu'ils véhiculent ($10 par groupe d'échantillonnage) et v) à l'analyse d'échantillons sérologiques humains et au contrôle des cas relevés dans la population humaine.

En 1976, la province de l'Ontario a financé des programmes municipaux d'élimination des moustiques d'une valeur totale de $430,000 après l'apparition au sein de la population humaine de 66 cas d'infection par SLE dont 5 furent mortels, en 1975. En 1981, la province du Manitoba a défrayé un programme d'urgence de $2.5 millions pour l'élimination des moustiques après qu'on eût diagnostiqué par analyses sérologiques 22 cas d'encéphalite par virus WEE.

Il est souvent arrivé que les infestations de moustiques (culicidés) et de mouches noires (simulidés) empêchent le personnel civil et militaire des forces canadiennes de travailler à l'extérieur au début de l'été dans le Nord. Lorsque les piqûres de moustiques ou de mouches noires se répètent plus de 3-5 fois par minute, l'application d'adulticides permet de poursuivre les travaux à l'extérieur; on peut aussi se protéger des attaques des insectes piqueurs en portant des vêtements imprégnés d'insectifuge (diéthyltoluamide) ou d'insecticide (perméthrin).

En Saskatchewan, l'élevage a été considérablement touché par d'importantes infestations de mouches noires à chaque été, au point que les éleveurs ont dû s'orienter vers la production céréalière. La salive de *Simulium arcticum* est très allergène et peut tuer l'animal; celle de *Simulium luggeri* est moins puissante, mais les insectes, concentrés surtout sur la tête des animaux, sont si nombreux que les troupeaux peuvent s'affoler. L'aménagement récent de réservoirs pour fins d'irrigation sur certaines des rivières des Prairies a entraîné une réduction des populations de *S. arcticum* au profit de *S. luggeri*, moins allergène. Ce dernier a occasionné des pertes de $111,590 par suite de la mort d'animaux et d'un manque en gain de poids chez 1,570 bêtes dans un pâturage de 3,240 hectares en Saskatchewan au cours de l'été de 1978. Des infestations de 10 à 215 mouches par animal ont réduit la croissance des jeunes de l'année de 17-20% et de 45% lorsqu'il y avait plus de 215 mouches par animal. On a pu combattre les mouches noires de façon satisfaisante dans certaines parties de la Saskatchewan et de l'Alberta en appliquant un larvicide, le méthoxychlore.

Le rapport contient par ailleurs une description des méthodes employées pour capturer en milieu naturel des moustiques, mouches noires et autres arthropodes susceptibles de nuire d'une façon ou d'une autre à l'homme ou aux animaux; on indique aussi leur distribution dans les diverses régions du Canada. On fait en outre la revue des méthodes chimiques et biologiques mises au point pour éliminer les insectes vecteurs et l'on mentionne leurs effets sur les organismes non cibles. Dans certaines zones limitées, on a appliqué des adulticides en brouillard, en vaporisation ou en aérosol à très faible volume pour éliminer les moustiques et les mouches noires, les vêtements imprégnés d'insectifuge ou d'insecticide servant de protection personnelle. On a éliminé les moustiques en appliquant des larvicides dans l'eau sous forme de pellicules huileuses, de concentrés émulsifiables solubles ou de particules toxiques pour les larves qui les ingèrent. Les larvicides employés contre les mouches noires sont appliqués sous forme de solutions à l'huile ou de concentrés émulsifiables ou encore de composés polaires, comme le méthoxychlore, qui sont adsorbés sur les particules en suspension qu'ingèrent les larves. Les nouvelles méthodes combinant l'action de régulateurs de croissance des insectes (RCI), comme ALTOSID, et celle d'agents microbiens à base de *Bacillus thuringiensis* var. *israeliensis* (Bti) se sont aussi avérées efficaces contre les vecteurs. Les nématodes de la famille des mermithidés comme *Romanomermis culicivorax* sont également de bons agents d'élimination biologique des moustiques; des expériences ont montré que *Romanomermis culicivorax* peut pénétrer dans les larves de mouches noires dans les eaux à fort courant.

Au Canada Biting Fly Centre de Winnipeg, on s'occupe de recueillir et de diffuser des données sur l'incidence et la distribution des insectes piqueurs.

Nos connaissances sont incomplètes à plusieurs points de vue:

1. Nous connaissons encore mal le cycle des arbovirus pathogènes pour l'homme qu'on trouve au Canada, en particulier en ce qui a trait aux mécanismes leur permettant de subsister l'hiver, à leurs hôtes réservoirs et aux facteurs du milieu favorisant les épidémies arbovirales.

2. Nous manquons de données quantitatives pour évaluer les effets des insectes piqueurs sur les activités humaines.

3. Nous avons besoin de moyens pour mesurer l'ensemble des dommages causés directement ou indirectement par les insectes piqueurs dans le secteur de l'élevage du bétail au Canada et pour évaluer le taux de rendement des programmes d'élimination.

4. Nous ignorons tout de l'épidémologie des agents infectieux transmis par les insectes piqueurs aux animaux sauvages.

5. Il faudrait répertorier les facteurs de régulation naturelle des populations d'insectes piqueurs au Canada pour être en mesure d'établir une base qui permette de mettre au point des méthodes de lutte intégrée et d'exploiter les agents biologiques sûrs déjà connus.

6. Nous manquons de données sur l'efficacité des composés à libération lente et des régulateurs de croissance des insectes et sur leurs effets sur l'environnement.

7. Il faudrait évaluer les effets des méthodes de lutte biologique et chimique sur le milieu aquatique.

8. Il serait bon de préparer une bibliographie exhaustive comportant des références complètes sur les insectes piqueurs du Canada.

9. Il faudrait évaluer la possibilité que des espèces d'insectes piqueurs indigènes transmettent à l'homme des agents pathogènes non originaires du Canada.

1.0 INTRODUCTION

1.1 HISTORIQUE

Les insectes piqueurs ne sont pas passés inaperçus pour les premiers étrangers venus au Canada, même si les autochtones connaissaient probablement alors des moyens efficaces de se prémunir de leurs attaques. Selon Rowe (1977), "Mary March" (Demasduit), l'une des dernières Béothuks de Terre-Neuve, indiquait en 1819 que l'ocre rouge dont les membres de sa tribu s'enduisaient le corps (d'où le nom "d'Indiens rouges" que leur a donné Cabot) servait à la fois d'isolant et d'insectifuge. Rowe remarque: "il n'y a aucune raison de croire que les indigènes de Terre-Neuve étaient immunisés contre les piqûres des moustiques, mouches et taons, et surtout contre les attaques massives de mouches noires qui, dans certaines circonstances, peuvent rendre fous animaux et humains. Telle quelle, l'ocre ne constituait probablement qu'une barrière physique contre les insectes, mais il est fort possible qu'en y mélangeant certaines huiles ou graisses on obtenait un composé chimique insectifuge". De Loture (1949) était du même avis.

Parlant des mesures de protection contre les insectes, Hind (1863) indique que le toit en dôme des abris des Montagnais du Labrador était conçu pour empêcher les moustiques d'y pénétrer. Il y a plus de 100 ans, les Micmacs de la rivière des Exploits à Terre-Neuve avaient coutume d'entretenir un petit feu à l'avant de leur canot "pour éloigner les mouches" (Dashwood, 1871). La pièce de tissu rouge dont les Naskapis du Labrador se faisaient un turban était "probablement une protection rendue nécessaire par les attaques des moustiques et des mouches" (Waugh, 1925). Les Naskapis de l'est et du nord appelaient les tabanidés (peut-être la mouche de l'orignal *Tabanus affinis*) "misanak", "le maître des poissons". Durant la saison de pêche estivale, leurs piqûres étaient considérées comme "un signe de la protection dont bénéficiaient les poissons et une mise en garde contre le gaspillage" (Speck, 1935).

Apparemment, le premier étranger érudit à visiter le Canada était irlandais. On ignore si Saint Brendan a vraiment existé, mais Severin (1978) et ses compagnons ont récemment montré qu'il est possible de naviguer depuis l'Irlande jusqu'à Terre-Neuve via l'Islande dans un bateau à armature de bois recouverte de peaux du genre de ceux que pouvaient probablement se procurer au VI^{e} siècle les moines et autres voyageurs irlandais. Cette description rappelle celle d'une des versions de la légende de Saint Brendan (qui n'a été écrite que quelque quatre siècles après que le présumé voyageur eût été rappelé à Dieu). Morison (1971) remarque: "les moustiques de Terre-Neuve sont si gros, si voraces et si connus, qu'un spécialiste, lisant dans le *Navigatio* de Saint Brendan que les pères avaient été attaqués par des insectes aussi gros que des poulets, y vit une preuve que le saint s'était bel et bien rendu à Terre-Neuve!" Morison formule ensuite une hypothèse selon laquelle ce

serait les moustiques, et non pas l'hostilité des indigènes, qui auraient obligé Cabot à demeurer à bord de son navire après la prise de possession de Terre-Neuve pour le compte de l'Angleterre, le 24 juin 1497.

Cependant, c'est beaucoup plus tard qu'on mentionne pour la première fois par écrit les désagréments causés par les insectes piqueurs au Canada. Si les Vikings qui sont débarqués à L'Anse-au-Meadow vers l'an 1,000 ont été importunés par ces insectes, ils n'ont pas jugé bon de le mentionner dans leurs sagas. Ce ne fut pas le cas des elizabétains, aussi endurcis que les Vikings ou peu s'en faut, et dès lors présumément au-dessus de détails sans importance comme des insectes importuns.

Ainsi, Sir Richard Whitbourne (qui a participé aux combats menés contre l'Armada espagnole avant de devenir le premier promoteur de la colonisation de Terre-Neuve) mentionne la présence dans l'île d'une "petite mouche très agile (la plus petite de toutes), appelée "maringouin"; ces mouches semblent exercer une forte influence sur toutes les personnes nonchalantes et oisives qui viennent dans l'île;...lorsqu'elles en trouvent paresseusement étendues ou endormies dans les bois, elles les attaquent avec plus d'ardeur qu'un sergent arrêtant un homme qui fuit ses créditeurs...et laissent de telles marques sur leur visage qu'on les reconnaît aussi sûrement que les Turcs leurs esclaves (Whitbourne, 1623).

Au début du XVIII^{e} siècle, De Lom D'Arce, Baron de la Hontan (1703), représentant du roi de France dans la colonie de Placentia (Terre-Neuve) et bien connu dans l'histoire du Canada, mentionne que les taons, brûlots, mouches noires et maringouins abondent au Québec. Il explique que les Indiens (Iroquois, Illinois, Hurons et autres) portaient un capuchon pour se protéger en hiver du froid et en été des attaques de ces insectes. Pechuman (1971) estime que les taons ("des Mouches une fois plus grosses que les abeilles, mais de la figure d'une mouche ordinaire") dont parle De Lom D'Arce sont des tabanidés et les brûlots ("des espèces de cirons qui s'attachent si fort à la peau qu'il semble que leurs piqueures soient un charbon ou une étincelle de feu. Ces petits animaux sont imperceptibles et pourtant en assez grand nombre"), des cératopogonidés.

Parmi les différents commentaires relevés par Laird (1980) sur la gravité des infestations d'insectes piqueurs à Terre-Neuve et au Labrador, la description de Cabot (1612) est particulièrement éloquente: "leurs cris menaçants surpassent celui des loups. '*Nous vous aurons*!' "est leur devise".

On dit que jadis dans l'ouest du Canada, un chef Kwakiutl, après avoir incinéré une famille de sasquatchs, a vu des moustiques émerger des cendres (Wherry, 1969). Wherry (1969) présente aussi une illustration d'un masque réaliste de moustique autrefois utilisé par les guérisseurs Haida (après une période de jeûne et de purification) dans leur rite de guérison, remarquant qu'un "shaman malveillant pouvait, en

dirigeant les attaques des moustiques, semer la terreur chez un ennemi"; intéressant début dans le domaine de la guerre biologique! Il semble que le premier écrit mentionnant les insectes piqueurs soit le journal de Simon Fraser (1808) qui raconte que des nuées de maringouins sont apparues lorsque ses canots sont sortis du canyon Fraser (Belton et Belton, sous presse).

Au début du XIX^{e} siècle, Lambert (1814) écrit avec verve: "...je fus obligé de lâcher ma plume à cause de leurs piqûres importunes qui m'obligeaient à tout moment à lever la main pour me protéger yeux, nez, bouche et oreilles successivement. Lorsqu'il devint impossible d'écrire, je tâchai de lire, mais je devais toujours agiter une main près de la tête. Parfois, en quelques minutes, j'attrapais une demi-douzaine de mes tortionnaires entre mes lèvres, les saisissant juste comme ils s'y perchaient".[α]

De nombreux récits (souvent circonstanciés) relatent comment, dans les débuts de la colonie, des trappeurs canadiens et d'autres personnages sont devenus fous ou sont morts à cause d'attaques persistantes d'insectes piqueurs. On décrit notamment deux cas survenus à Terre-Neuve: il s'agit d'un marin en désertion tué par les mouches noires près de St-John (Noble, 1861) et de deux britanniques morts dans les bois où ils s'étaient égarés parce qu'ils étaient aveuglés par des enflures résultant de piqûres (Anon. 1902).

G.K. Lord (1866), un naturaliste de la North American Boundary Commission, a remarqué que les habitations d'été des Indiens Stalo au lac des Esclaves étaient bâties sur pilotis à une certaine distance des rives pour minimiser les attaques de moustiques. Il a dû abandonner son étude au pire de l'infestation dans la plaine inondable, les moustiques ayant chassé les membres de son équipe vers les collines (Curtis, 1967).

Il semble que l'ouvrage de McIntosh (1903) soit la première publication mentionnant la présence de moustiques dans les provinces maritimes. McIntosh n'a trouvé que deux espèces au Nouveau-Brunswick et 18 ans plus tard, Dyar (1921) n'en comptait encore que trois. La taxonomie des mouches noires de cette région est demeurée inconnue jusqu'à ce que Twinn (1936a,b) en signale deux espèces en Nouvelle-Ecosse et au Nouveau-Brunswick. McIntosh (1903) a relevé 11 espèces de tabanidés dans les Maritimes, tandis que Johnson et Sherman (1909) ont identifié des espèces dans le secteur terre-neuvien du Labrador drainé par l'Atlantique. Ce n'est toutefois que dans les publications faisant état des travaux de Greiner et coll. (1978a,b) qu'on signale pour la première fois des cératopogonidés dans les provinces des Maritimes.

[α] Selon Kirby et Spence (1815), les insectes dont il est ici question et que Lambert appelle mouches domestiques appartiennent au genre *Stomoxys*.

Dans l'ouest du Canada, A.E. Cameron et Eric Hearle sont les deux premiers spécialistes d'insectes piqueurs. Cameron (le premier directeur du Dominion Entomology Laboratory (Saskatoon, Saskatchewan) a étudié (1922) les infestations massives de mouches noires qui sont survenues dans le centre de la Saskatchewan. Il a correctement identifié les espèces de mouches noires en cause et décrit leur origine, leur cycle reproductif et leur comportement. Hearle (1922) a répertorié par photographie aérienne les lieux de reproduction des moustiques dans la vallée du bas Fraser (C.-B.), le premier relevé entomologique du genre au Canada. En 1926, il s'est établi en Saskatchewan et a étudié les principales espèces de moustiques nuisibles de la région des Prairies (Hearle, 1932), puis, du Dominion Entomological Laboratory qu'il a créé à Kamloops en 1928, il s'est occupé du relevé des insectes piqueurs, tiques, acariens et poux du sud de la Colombie-Britannique.

Dans la vallée du Fraser, de sérieuses pertes économiques ont précédé l'application de mesures par le Conseil national de recherches et le ministère de l'Agriculture en 1920. Il était impossible de cueillir les framboises si la période de la récolte coïncidait avec l'émergence des populations d'*Aedes stictícus* et *A. vexans* et il a fallu retarder la réalisation d'un projet d'aménagement hydro-électrique jusqu'à ce que les entrepreneurs fournissent à leurs employés des vêtements et des voiles protecteurs en plus d'assurer la fumigation des dortoirs jour et nuit (Belton et Belton, sous presse).

A la fin des années vingt à l'Université de l'Alberta (Edmonton), E.H. Strickland a monté une collection d'insectes piqueurs et publié la première liste des espèces de moustiques de l'Alberta. En 1935, J.G. Rempel (Université de Saskatchewan, Saskatoon) a publié la première clé d'identification des moustiques des Prairies canadiennes. Avec l'aide du C.N.R.C., il a également entrepris l'étude des arbovirus (virus transmis par des arthropodes) du Canada. L'appendice II.0 et la bibliographie donnent une idée de l'ampleur des travaux réalisés sur les insectes piqueurs au Canada depuis cette époque. On attend depuis longtemps la parution d'une bibliographie complète et détaillée sur les insectes piqueurs du Canada.

1.2 FRAIS OCCASIONNES PAR LES INFESTATIONS D'INSECTES PIQUEURS

A cause d'une fâcheuse lacune, à savoir l'absence de données expérimentales pertinentes et de renseignements sur le lieu et l'importance des infestations d'insectes piqueurs, il est impossible d'évaluer précisément l'effet de ces insectes nuisibles sur l'économie canadienne. Cette situation tient au fait qu'on a négligé de faire des études bio-économiques, que ce soit pour compléter, analyser les données disponibles et en évaluer la signification du point de vue économique ou pour réaliser des études pilotes en vue de déterminer les conséquences des infestations d'insectes piqueurs sur la mise en valeur des ressources humaines, agricoles, naturelles, récréatives et industrielles du Canada. Bien qu'il

n'existe aucune évaluation socio-économique permettant de prévoir l'effet des insectes piqueurs sur le développement au Canada, plusieurs études initiales isolées encore non coordonnées indiquent que certaines espèces pourraient avoir des effets sur l'économie. D'après les connaissances que nous en avons actuellement, certaines espèces nuisibles peuvent constituer une entrave sérieuse à la réalisation de certains projets et limiter l'efficacité et le rendement économique des mesures de gestion touchant la santé publique, les ressources naturelles et l'environnement.

On mentionne dans un certain nombre de rapports les effets des insectes nuisibles sur l'élevage du bétail. La valeur des pertes financières des producteurs a été établie soit d'après des études, soit d'après des estimations faites durant l'infestation de mouches noires ou immédiatement après. Les chiffres montrent que les frais occasionnés par les insectes piqueurs sont élevés dans certains secteurs économiques. Ainsi, en 1978 en Saskatchewan on estime à $111,590 les pertes subies dans un troupeau de 1,570 têtes par suite d'une infestation de mouches noires (Tableau 1-1). En Alberta en 1971, la perte directe imputée par des producteurs dont les troupeaux totalisaient 13,008 têtes sur une superficie de 53,290 ha dépassait les $600,000, la moyenne étant de $46 par unité vache-veau (Haufe, 1980). La même année, on estime qu'une infestation de moustiques dans le centre-est de l'Alberta a coûté aux producteurs environ $2 millions en termes de manque à produire chez le bétail en pâturage (R. Dixon, 1973). Selon Dixon (communication personnelle (1974) dans McLintock et Iversen, 1975) "l'infestation massive et prolongée de moustiques qui s'est produite au cours de l'été de 1973 dans le centre de l'Alberta a coûté environ $30 millions en termes de perte de poids chez le bétail". Les animaux maigrissaient car ils arrêtaient de s'alimenter à cause des attaques des insectes (McLintock et Iversen, 1975).

Si l'on convertit les pertes bio-économiques mesurées chez des troupeaux expérimentaux (Haufe, 1978 et 1981) en termes de statistiques de production animale (Agricultural Statistics, Statistics Branch, Alberta Agriculture, septembre 1980) et de valeurs marchandes (Agriculture Statistics Yearbook, Agdex 853, Alberta Agriculture, 1979), la perte annuelle chez le bétail en pâturage s'élève à environ $45 millions en Alberta.

L'embargo imposé par les Etats-Unis et l'Australie sur les exportations canadiennes de sperme de taureau au cours d'une épidémie de langue-bleue parmi le bétail de la vallée de l'Okanagane (C.-B.) en 1972 et 1973 était suffisamment sérieux pour que les instances politiques envisagent d'affecter jusqu'à $1 million pour enrayer la maladie et mettre fin à la quarantaine. Malheureusement, on ne connaissait pas de moyen efficace pour éliminer les insectes du genre *Culicoides*, vecteurs présumés de la maladie, ce qui aurait permis d'organiser un programme supérieur aux procédures de quarantaine habituelles (communication personnelle de Haufe, 1980).

Tableau 1-1. Pertes estimées chez un troupeau de reproduction comprenant des vaches, des veaux et des taureaux (1,570 animaux) dans un pâturage de 3,240 ha (P.F.R.A. "James Smith") situé au nord de Kinistino (Saskatchewan), par suite des infestations de *Simulium luggeri* survenues du 29 mai au 15 octobre 1978.[α]

Catégorie	Nombre d'animaux	Animaux touchés	Nature des pertes	Perte par tête $	Pertes totales $
Taureaux	30	-	Morts	-	-
		6	Remplacés	2250	13,500
		30	Nourriture supplémentaire	25	750
Veaux allaités	700	12	Morts	360	4,320
		688	Gain de poids manqué	90	61,920
Vaches (allaitant un veau)	700	2	Morts	800	1,600
		698	Gains de poids manqués	30	20,940
Vaches (non gravides)	140	140	Gains de poids manqués	30	4,200
Vétérinaire	-	266			1,660
Personnel supplémentaire	-	-			2,700
			Total		111,590

[α] Communication personnelle de Fredeen, 1981.

Sur la base d'expériences concluantes portant sur les effets de la mouche des cornes sur la croissance des animaux immatures en pâturage, on a réalisé à Statistique Canada des analyses économiques (1980) selon lesquelles les frais minimums occasionnés par les insectes piqueurs, en termes de manque à produire pour les éleveurs de boeuf, seraient de l'ordre de $35 millions par année pour l'Alberta et de $105 millions par année pour le Canada (Haufe, 1981). Cette valeur ne comprend pas les pertes subies par suite d'infestations sporadiques, telles qu'estimées par Dixon pour l'année 1973, car nous n'avons pas le compte des infestations ni de données statistiques pertinentes sur le bétail. On exclut également tous les frais indirects de gestion et de main-d'oeuvre occasionnés pour les soins et traitements supplémentaires necessaires au cours des infestations graves.

L'une des principales conséquences économiques des infestations d'insectes piqueurs est impossible à évaluer: elle a trait à la valeur que prendra dans l'économie nationale l'expansion de l'industrie de l'élevage du bétail dans les régions limitrophes. En effet depuis 1970, selon des études économiques rendant compte de tous les aspects de l'élevage du bétail, on a calculé qu'au moins trois entreprises valant plusieurs millions seraient économiquement viables dans des régions développées et dans des zones encore inexploitées du nord de l'Alberta et de la Colombie-Britannique. Tous ces projets ont dû être abandonnés, car il était impossible d'assurer une protection suffisante contre les infestations d'insectes piqueurs. Cette situation pourrait fort bien se reproduire dans d'autres secteurs industriels d'importance économique grandissante, avec la mise en valeur des régions infestées par les insectes piqueurs dans les Territoires du Nord-Ouest (communication personnelle de Haufe, 1980).

Les organismes responsables de la santé publique aux paliers provincial et municipal affectent chaque année d'importantes sommes à la surveillance des arbovirus, à l'élimination des moustiques, au contrôle et à la recherche.

Le ministère de la Santé de l'Ontario a récemment financé un programme à l'université de Guelph (environ $60,000 en 3 ans) visant à déterminer par transmission en laboratoire la capacité des principales espèces de moustiques de la province à agir comme vecteurs. Cette étude porte notamment sur les virus responsables d'encéphalites, de la dengue, etc. Jusqu'ici, le ministère de la Santé de l'Ontario a dépensé plus de $300,000 en programmes de surveillance et de recherche sur les arbovirus.

En 1976, le ministère de l'Environnement de l'Ontario a affecté environ $430,000 à des programmes municipaux d'élimination des moustiques. Ces mesures ont été adoptées à la suite de l'épidémie d'encéphalite de St-Louis qui a sévi dans le sud-ouest de l'Ontario en 1975; on avait alors relevé 66 cas dont 5 mortels. On présente à l'appendice III.0 les données relatives à ces programmes.

Au cours des cinq dernières années, la province du Manitoba a dépensé $50,000 par année pour la surveillance des arbovirus. Deux virologistes et deux administrateurs du laboratoire provincial de santé publique et de médecine vétérinaire s'occupent de l'identification des virus et de la gestion. L'épidémie d'encéphalite équine de l'Ouest (WEE) de 1981 fut la pire de l'histoire du Manitoba. On a relevé 25 cas dont deux mortels dans la population humaine et sur 120 chevaux atteints, 20 sont morts. A la grandeur de la province, on a entrepris d'urgence la vaporisation du pesticide BAYGON (propoxur) pour éliminer les moustiques et combattre cette épidémie, la troisième en sept ans. Le traitement de quelque 450,000 hectares a coûté environ 2 millions de dollars. On a tenté de limiter les applications aux périodes où les abeilles étaient moins actives, mais on en a quand même tué un certain nombre; c'est là le seul effet négatif signalé (Health and Welfare Canada 1982).

Au C.N.R.C. (1982), on estime qu'il faudrait obtenir de meilleures données sur les insectes piqueurs en milieu naturel pour évaluer les effets écologiques du BAYGON et des autres carbamates employés comme insecticides et faire des études toxicologiques sur les personnes exposées à de faibles doses de ces produits.

En 1981, le budget de la ville de Winnipeg réservait $940,000 pour la lutte contre les insectes dont 75%, soit $706,000, pour l'élimination des moustiques. La ville de Winnipeg comptant 750,000 habitants, la somme déboursée représente environ $1.15 par personne. En juillet 1981, après avoir déclaré que la protection de la santé publique exigeait des mesures d'urgence à cause de l'épidémie par virus WEE, la province du Manitoba a affecté 2.5 millions de dollars à des mesures de lutte d'urgence.

2.0 SITUATION ACTUELLE

2.1 ECHANTILLONNAGE

2.1.1 ECHANTILLONNAGE DES INSECTES PIQUEURS

Selon Morris (1960) l'échantillonnage ne comporte aucun avantage intrinsèque, mais c'est un moyen d'obtenir certains renseignements dans la mesure où il n'y a pas de façon plus facile de se les procurer. Comme toutes les techniques d'échantillonnage sont limitées et représentent plus ou moins fidèlement la réalité, il est essentiel de bien comprendre ces caractéristiques pour interpréter les résultats avec justesse. Pour bien préparer un programme d'échantillonnage, il faut considérer un certain nombre de points:

a) objectifs(s): il faut les énoncer clairement dès le départ;

b) degré de précision: il faut déterminer si l'on désire des données qualitatives ou quantitatives et si on les soumettra à une analyse statistique;

c) choix des techniques et appareils d'échantillonnage appropriés: ce choix est basé sur les objectifs, le degré de précision et la nature du milieu à échantillonner; il faut aussi déterminer le nombre d'échantillons nécessaires (unique ou en plusieurs exemplaires) si l'on désire faire une étude quantitative ou une analyse statistique;

d) choix de l'emplacement: le choix de l'emplacement dépend des objectifs visés et de l'accessibilité ou de l'étendue du milieu à échantillonner;

e) moment de l'échantillonnage: on détermine l'heure ou la saison à laquelle on fera les prélèvements d'après les objectifs visés et selon l'activité et (ou) le stade d'évolution des sujets à échantillonner;

f) fréquence d'échantillonnage: aspect important de l'échantillonnage quantitatif;

g) coûts: dépendent du genre et du nombre d'appareils utilisés ainsi que de la main-d'oeuvre nécessaire;

h) personnel: l'exécution de certaines techniques nécessite une main-d'oeuvre possédant certaines connaissances de base; dans le cas d'échantillonnages portant sur une période prolongée, il est bon de s'assurer les services des mêmes personnes pour toute la durée des opérations;

i) précédents: pour être en mesure de faire des comparaisons dans les régions où des échantillonnages ont été réalisés auparavant, il faut uniformiser le matériel, utiliser les mêmes méthodes aux mêmes lieux, et moments et faire le même nombre d'échantillonnages.

Dans l'exposé qui suit, nous ne référerons qu'à quelques publications qui traitent des questions que nous aborderons et qui illustrent les techniques du domaine employées au Canada. Les bases de l'échantillonnage des populations d'insectes piqueurs sont présentées dans un grand nombre de publications. Southwood (1966), Nicholls (1970) et Martin (1977) ont fait la revue des méthodes et des pièges utilisés pour échantillonner les insectes; Morris (1960) s'est également intéressé à l'échantillonnage, mais a surtout insisté sur les objectifs visés; Muirhead-Thomson (1968), qui a fait l'appréciation des méthodes utilisées pour l'échantillonnage des vecteurs de maladies, a noté un certain manque d'uniformité. Gillies (1974) a commenté les méthodes d'échantillonnage utilisées pour évaluer la densité des populations de diptères hématophages en mettant surtout l'accent sur les stimuli employés pour attirer les insectes et sur les problèmes de comportement. Enfin, Service (1976) a rassemblé les renseignements concernant l'échantillonnage des moustiques, tandis que Laird (1981) a fait le résumé des techniques employées pour échantillonner les mouches noires.

Echantillonnage des insectes immatures

L'échantillonnage des insectes immatures sert principalement à détecter les habitats de larves et à en déterminer l'étendue, en plus de permettre d'évaluer les variations de densité des populations. Comme les formes immatures sont aquatiques ou semi-aquatiques chez la plupart des insectes piqueurs, bon nombre des méthodes employées pour les capturer servent aussi à étudier d'autres formes aquatiques, dont certains invertébrés n'appartenant pas à la classe des insectes. Welch (1948), Usinger (1956), Edmondson et Winberg (1971) et Fredeen et Spurr (1978) ont commenté les méthodes employées pour échantillonner la faune aquatique et le mode de fonctionnement d'une bonne partie des échantillonneurs utilisés. Macan (1958 et 1963), Cummins (1962) et Hunes (1970) ont fait l'appréciation d'un bon nombre de méthodes d'échantillonnage. On présente au Tableau 2-1 certaines des techniques les plus utilisées pour échantillonner les insectes piqueurs immatures.

Echantillonnage des insectes adultes

La plupart des chercheurs qui ont tenté d'échantillonner des populations d'insectes piqueurs en sont venus, pour une raison ou pour une autre, aux mêmes conclusions que Bidlingmayer (1974) qui affirme qu'une technique d'échantillonnage donnée est toujours plus efficace pour certaines espèces que pour d'autres, ajoutant que la réaction des individus d'une même espèce peut varier selon le sexe, l'état physiologique et les conditions du milieu, l'état physiologique d'une femelle

Tableau 2-1. Méthodes d'échantillonnage d'insectes piqueurs immatures

Famille	Habitat	Méthodes	Sources	Commentaires
Culicidés[a]	eaux stagnantes temporaires ou permanentes de tous types	épuisettes piège de Belleville	Dixon et Brust (1972), Shemanchuk (1959) Welch et James (1960), Enfield et Pritchard (1977)	peu d'efforts d'uniformisation; peut donner des résultats faussés pour certaines espèces ou certains stades
		piège à fosse échantillonneur de zone techniques Mansonia	Maw (1966) Roberts et Scanlon (1974) Bidlingmayer (1954), McDonald (1970), McNeel (1931)	les Mansonia immatures se fixent aux plantes aquatiques submergées
Simulidés[a]	eaux courantes temporaires ou permanentes relativement peu polluées	cailloux analysés séparément colonisation d'un substrat amovible boîtes et cylindres filets fixés	Chutter (1968), Service (1976) Moon (1940) Macan (1958), Wilding (1940) Surber (1937), Hess (1941) Frost et coll. (1971)	Service (1976) a fait la revue d'un grand nombre d'autres techniques échantillonneur de Surber, échantillonneur de Hess technique "par coups"
		filets déplacés dans le substrat substrats artificiels	Macan (1958), Usinger et Needham (1956) Curtis (1968), Doby et coll. (1967), Johnson et Pengelly (1966), Fredeen et Spurr (1978), Lewis et Bennett (1974), Tarshis (1965 et 1968)	(Facilite la cueillette et permet (d'obtenir des données comparatives; (méthodes commentées par Fredeen et (Spurr (1978) et Lewis et Bennett ((1974)
Tabanidés	sable, terre ou végétation en décomposition près de l'eau	fauchage au moyen d'une désherbeuse manuelle lavage et traitement à l'entonnoir de Berlese traitement au larvicide, séchage de la couche herbeuse, séchage de la paille "approche intégrée"	Philip (1978) Edwards et coll. (1974), Teskey (1962) Rockel et Hansens (1970) Freeman et Hansens (1972)	Philip (1978) a fait la revue de méthodes collectives (Méthodes peu (nombreuses (et rarement (productives
Cératopogonidés	grande variété d'habitats aquatiques, semi-aquatiques et terrestres	brassage et décantation techniques d'extraction filtration et flottation	Jamnback et Wall (1958) Bidlingmayer (1957), Williams (1960) Jamnback et Watthews (1963), Wirth (1952)	

[a] Service (1976) a passé en revue de nombreuses autres techniques.

variant selon qu'elle est en quête d'un partenaire sexuel, de nourriture (plus précisément de sang), qu'elle digère un repas ou qu'elle cherche un endroit approprié où pondre ses oeufs. On présente au Tableau 2-2 les méthodes utilisées pour échantillonner les insectes piqueurs adultes.

Télédétection

La télédétection, ou détection à distance, est une méthode d'échantillonnage passablement spécialisée et perfectionnée. L'application de la technologie de la télédétection à l'étude des insectes est relativement récente, mais il semble qu'elle soit d'une certaine utilité pour étudier, ou du moins, apprécier certains aspects du comportement, de l'écologie et de l'évolution des populations d'insectes piqueurs.

Analysant la composition de la végétation des habitats des larves de moustiques, Maire et Aubin (1976, 1980) et Maire et coll. (1979) ont mis au point des méthodes pour estimer l'abondance possible des larves et la distribution des espèces (Figure 2-1). Au moyen de photographies aériennes en lumière visible d'échelle variant entre 1/10,000 et 1/20,000, ils ont tenté de prévoir dans quelles régions les moustiques pouvaient causer des problèmes et essayé de planifier des programmes de lutte ne nécessitant qu'un minimum d'inspections sur le terrain. La photographie aérienne à l'infrarouge et les images prises par satellite ont également servi à cartographier les habitats de larves de moustiques (Barnes et Cibula, 1979; Wagner et coll. 1979). On peut détecter les différences de végétation qui caractérisent ces habitats et il pourrait maintenant être possible de repérer les régions touchées sur de plus grandes étendues (communication personnelle de Haufe, 1980).

Les techniques de télédétection devraient permettre d'accroître l'efficacité de l'échantillonnage des insectes piqueurs adultes. Ainsi, avec un rayon laser infrarouge adapté à un radar, on peut repérer certains insectes piqueurs en vol dans un rayon de 400 m et des essaims dans un rayon de 1 km (Schaefer, 1979).

2.1.2 Echantillonnage des arbovirus[α]

La plupart des méthodes d'échantillonnage des arbovirus visent simplement leur détection, et ce, le plus tôt possible dans l'année. Lorsqu'on détecte la présence d'un arbovirus, on cherche à déterminer la gravité de l'infection chez les animaux réservoirs, l'étendue de la zone touchée et la probabilité de transmission à l'être humain. Etant donnés l'état de nos connaissances et les frais occasionnés, on se préoccupe rarement d'effectuer un échantillonnage statistiquement significatif. Les méthodes d'échantillonnage se perfectionneront à mesure qu'augmenteront

---

[α] Nomenclature établie d'après les recommandations de l'American Committee on Arthropod-borne Viruses (Am. J. Trop. Med. Hyg. 18(5): 731-734, 1969).

Tableau 2-2. Méthodes d'échantillonnage d'insectes piqueurs adultes

Méthode	Sources	Commentaires
Pièges à l'émergence - flottants	Mundie (1956), Morgan et coll. (1963), Aubin et coll. (1973)	les pièges utilisés par Aubin et coll. (1973) permettent de conserver les spécimens en bon état pour la classification
- non-flottants	James et Smith (1958) Hocking et coll. (1950) Bidlingmayer (1968), Davies (1966), Lewis et Bennett (1979) Corbet (1965), Pritchard et Scholefield (1980) Davies (1950) Armstrong (1941)	pièges pyramidal piège cylindrique boîtes utiles en eau peu profonde cage de 1 verge³ piège collant
Pièges non-attractifs	Malaise (1937), Butler (1965), Corbet et Danks (1973), Graham (1969), Gressitt et Gressitt (1962), Roberts (1970), Thompson et Holmes (1977), Townes (1962) Chamberlin et Lawson (1945), Graham (1969) Barnard (1979), Bidlingmayer (1966) Barnard et Mulla (1977), Service (1969) West et coll. (1971)	(piège de Malaise, tel quel ou modifié pièges rotatifs pièges véhiculés pièges à succion pièges collants	(faussent un peu les résultats, mais permettent néanmoins d'obtenir un échantillon représentatif des deux sexes, des différents états physiologiques et des différents groupes d'âges
Pièges attractifs - fauchage au filet	Davies (1952, 1963) Greiner et coll. (1978a), Hocking et Richards (1952), Lewis et Bennett (1977, 1979), Mullen (1971), Thompson (1969)	(technique du fauchage au filet commentée par Mullen (1971)	(ces méthodes sont moins avantageuses lorsque les insectes sont trop nombreux pour le sujet	(il est impossible d'attirer et, dès lors, d'échantillonner toutes les espèces au moyen d'une technique, quelle qu'elle soit; par ailleurs, les insectes des espèces échantillonnées au moyen d'une technique donnée ne sont pas nécessairement attirés ni échantillonnés uniformément; bon nombre des pièges à attractifs faussent les résultats de l'échantillonnage en faveur des femelles à la recherche de sang
- dénombrement des insectes posés et (ou) des piqûres	Haufe (1952), Hocking et Richards (1952), Hocking et coll. (1950), Peterson et Wolfe (1958)	
	Worth et Jonkers (1962) Roberts (1965), Shemanchuk (1978) Downing et Crans (1977), Herman et Bennett (1976), Pillai et MacNamara (1968)	(petits mammifères servant d'appât (bétail servant d'appât (oiseaux servant d'appât
- pièges à lumière	Abdelnur (1968), Anthony (1960), Belton et Pucat (1967), Graham (1969), Morgan et Uebel (1974), Rowley et Jorgensen (1967), Siverly et DeFoliart (1968), Stewart (1970), Sudia et Chamberlain (1962), Williams et Davies (1957)	(décrits pour la première fois par Headlee (1932); efficacité dépendant de la qualité de la source de lumière (Frost, 1953), du mécanisme des pièges (Mulhern, 1953) et de leur emplacement (Barr et coll. (1963); les espèces ne sont pas toutes attirées (Barr et coll. (1960) et l'échantillon n'est (représentatif d'aucune espèce en (particulier (Downe, 1960; (Standfast, 1965)
- pièges au dioxyde de carbone	Reeves (1953) Blume et coll. (1972), Graham (1969), Townes (1962) Bellamy et Reeves (1952) Baldwin et Gross (1972), Fallis et coll. (1967), Gillies et Snow (1967), Wilson et coll. (1966) DeFoliart (1972), Thompson (1967) Catts (1970) Frommer et coll. (1976), Siverly et DeFoliart (1968), Snoddy et Hays (1966) Fallis et coll. (1967)	piège stable piège de Malaise piège cylindrique (pièges collants pièges coniques piège à tente (pièges à lumière piège à succion	(un piège à dioxyde de carbone (peut donner de bons résultats (avec certaines espèces dans un environnement donné, mais s'avérer inadéquat dans un autre lieu; le dioxyde de carbone est souvent utilisé pour augmenter le nombre d'insectes capturés et la diversité des espèces dans les échantillons; (Huffaker et Back ((1943), travaillant avec des pièges à lumière, ont capturé 8 fois plus de moustiques dans ceux où ils avaient placé de la neige carbonique
- piège à attractifs visuels	Bracken et coll. (1962), Bradbury et Bennett (1974a,b), Fredeen (1961), Haufe et Burgess (1960), Sippell et Brown (1953), Thorsteinson et coll. (1965)	(éléments visuels jouant un rôle important comme (repère à courte (distance pour de (nombreuses espèces (d'insectes piqueurs

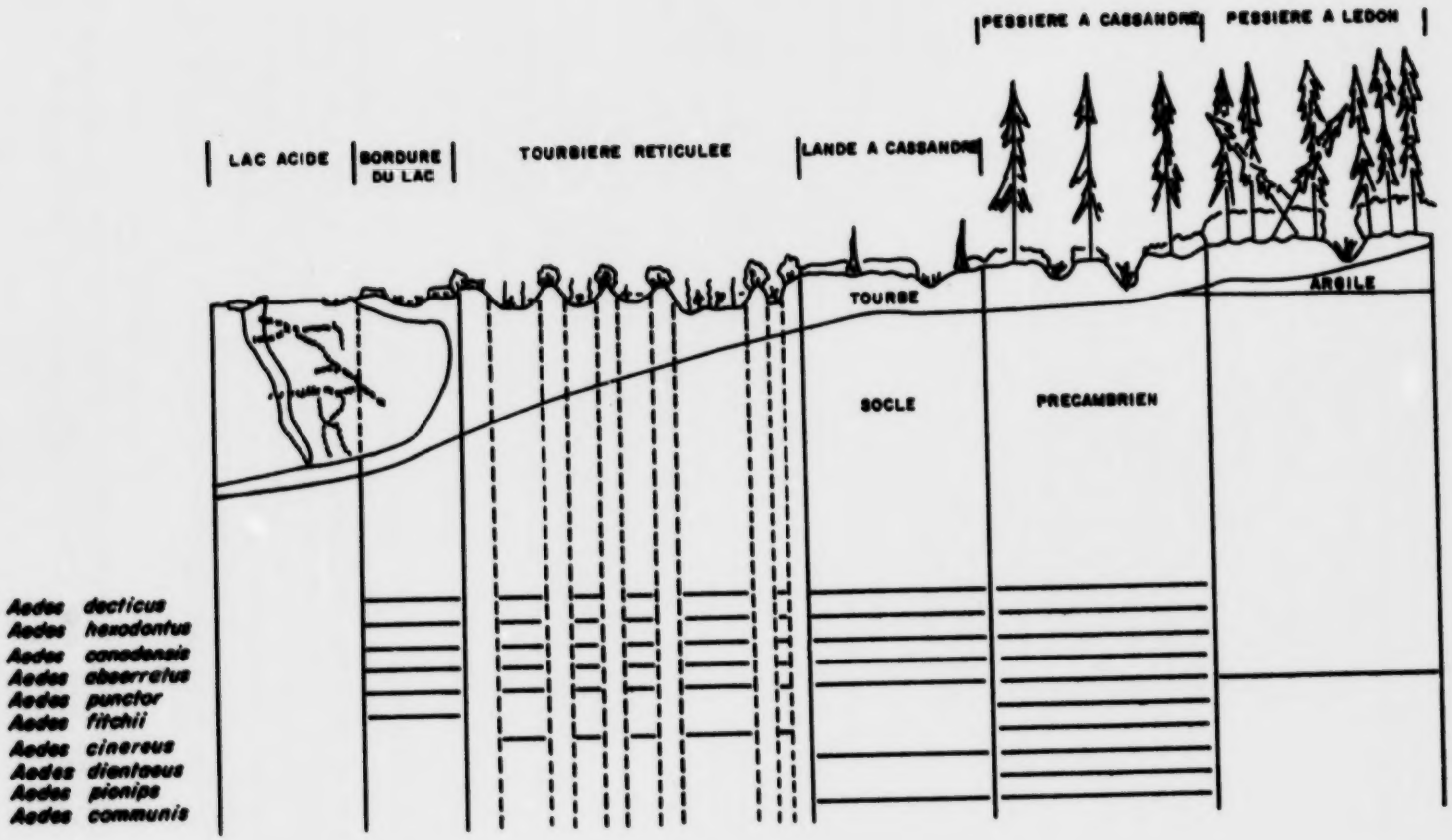


Figure 2-1. Distribution qualitative des populations larvaires de moustiques le long d'un transect théorique d'une tourbière réticulée (Subarctique).

nos connaissances sur l'épidémiologie des arbovirus et que s'accumuleront les données scientifiques sur les cas relevés.

Au Canada, on a mis au point des systèmes de contrôle pour surveiller trois arbovirus responsables de maladie chez l'être humain. Il s'agit: 1) de l'encéphalo-myélite équine de l'Ouest (WEE) en Saskatchewan (McLintock et coll. 1970) et au Manitoba (Sekla, 1976), 2) de l'encéphalite de St. Louis (SLE) en Ontario (Mahdy et coll. 1979) et 3) de l'encéphalite de Californie (CE) (sous-type Snowshoe hare) dans l'Arctique (McLean et coll. 1977), en Ontario (McKeil et coll. 1966) et au Québec (Artsob et Spence, 1979).

On a mis sur pied des programmes de contrôle du WEE en Saskatchewan et au Manitoba et du SLE en Ontario parce que des cas s'étaient déclarés dans ces provinces. Actuellement, ils servent à prévoir les attaques imminentes suffisamment en avance pour qu'on ait le temps d'appliquer des mesures prophylactiques (soit prévenir le public, réduire les populations de moustiques et vacciner les hôtes potentiels, c'est-à-dire les chevaux). Il s'agit d'empêcher ou de réduire l'infection de la population humaine et de limiter les pertes de bétail. Les programmes de contrôle nous permettent aussi de mieux comprendre l'épidémiologie de ces maladies. La plupart des programmes visent à déterminer: 1) l'abondance des anticorps chez les hôtes réservoirs et la corrélation qui existe entre cette valeur et l'apparition de la maladie chez l'être humain, 2) les espèces de moustiques vecteurs et le taux d'infection minimum en milieu naturel et 3) le mode de transmission des virus et leur survie en hiver.

Il existe au moins 5 méthodes de contrôle: 1) activité virale aux Etats-Unis, 2) sérologie des vertébrés, 3) animaux indicateurs, 4) évaluation des populations de vecteurs et isolement des virus chez ces derniers et 5) contrôle d'échantillons de sérum humain et des cas potentiels dans la population humaine. Une description succincte de chacune de ces méthodes est présentée ci-dessous; les avantages et inconvénients qu'elles comportent sont indiqués au Tableau 2-3.

Données recueillies aux Etats-Unis

Cette méthode suppose qu'un accroissement du nombre d'arbovirus dans les états situés près des provinces canadiennes augmente la probabilité de l'apparition de la maladie au Canada. Certains arbovirus se propagent, en l'occurrence ceux du SLE (Luby, 1979) et du WEE (Snell et coll. 1977), sans considération, de toute évidence, des frontières. Actuellement, il existe dans l'Illinois, l'Indiana, le New Jersey et l'Ohio de vastes programmes de contrôle des populations de vecteurs et d'études sérologiques des vertébrés. Les résultats de ces programmes paraissent mensuellement dans les Arboviral Reports publiés par les départements de santé publique, les plus importants d'entre eux figurant au Morbidity and Mortality Weekly Report (U.S. Department of Health and Human Services,

Public Health Service/Centers for Disease Control) à Atlanta (Georgie). Une grande abondance d'arbovirus dans ces états et dans le Dakota du Nord et le Minnesota devrait être interprétée par les autorités canadiennes comme un signe que les risques d'infection arbovirale sont accrus sur leur territoire. Présentement en Ontario, on distribue aux agents des services sanitaires provinciaux et aux personnes intéressées dans les provinces et états voisins un rapport bimensuel sur les incidences arbovirales signalées dans la province au cours de l'été. Ce système de communications est essentiel à la prévention des maladies arbovirales, car il permet de signaler immédiatement à tous les responsables concernés toute présence anormale d'arbovirus aux Etats-Unis ou au Canada.

Sérologie des vertébrés

Tous les arbovirus qui sévissent au Canada ont un cycle zootique connu qui comprend des hôtes vertébrés. La maladie se transmet généralement à l'homme par suite d'une épizootie chez des populations de vertébrés. La méthode décrite ici suppose que l'accroissement du taux d'anticorps chez les populations de vertébrés indique une augmentation des risques d'infection pour les populations humaines. En 1975, année où l'on a enregistré 66 cas cliniques d'infection au SLE dont 5 mortels, environ 30% des moineaux domestiques du sud-ouest de l'Ontario avaient des anticorps contre le virus responsable de cette maladie; en 1976, environ 3.6% des moineaux avaient des anticorps et la maladie s'est déclarée chez 4 personnes. Depuis 1976, on a analysé environ 2,500 échantillons de sérum de moineau, mais on n'y a découvert aucun anticorps contre le virus SLE et aucun cas ne s'est déclaré dans la population humaine. Par conséquent, tout signe d'infection par le virus SLE chez le moineau domestique est un avertissement sérieux.

Animaux indicateurs

Pour appliquer cette méthode, on place des animaux domestiques sur le terrain en des endroits connus pour une présence antérieure d'arbovirus ou dans des régions où les espèces vectrices sont abondantes, de façon à maximiser les probabilités d'obtenir le virus non pathogène pour l'animal hôte. Au Canada, on s'est servi de poulets pour détecter le virus WEE en Saskatchewan (McLintock et coll. 1966) et au Manitoba (Waters, 1978) et le virus SLE en Ontario (Mahdy et coll. 1979). Ces oiseaux peuvent servir à détecter la présence de trois arbovirus; WEE, SLE et EEE. Comme les oiseaux ne sont pas sensibles aux virus du groupe CE, on a utilisé des lapins pour en détecter la présence en Ontario (Artsob et coll. 1979) et au Québec (Artsob et Spence, 1979).

On a mesuré au moyen d'animaux indicateurs des valeurs extrêmement élevées (conversion de 90%) (Waters, 1978) et des valeurs faibles (conversion de 0%) (Mahdy et coll. 1979) indicatives de la présence d'arbovirus. Par ailleurs, des lapins indicateurs ont servi à repérer des foyers d'infection très localisés du virus de l'encéphalite de

Tableau 2-3. Comparaison des méthodes de contrôle des arbovirus

Méthode	Avantages	Inconvénients
Données recueillies aux Etats-Unis	1. Frais minimes 2. Base de données étendue	1. Temps d'avance parfois insuffisant 2. Les données ne renseignent pas nécessairement sur la région considérée 3. Sans valeur pour l'encéphalite de Californie
Sérologie des vertébrés	1. $0.50 - $1.00 pour chaque échantillon 2. Obtention des résultats 14 jours après le prélèvement sur le terrain 3. Permet d'analyser des centaines d'échantillons à la fois 4. Permet d'étudier de grandes étendues 5. Excellente pour les études après évaluation 6. Permet de déterminer des degrés d'infection relatifs	1. Ne permet pas de distinguer entre une infection antécédente ou la vaccination (par ex. chez les chevaux) 2. Ne permet pas de détecter de nouvelles maladies 3. N'indique pas où l'infection s'est produite (dans le cas des oiseaux migrateurs)
Sérologie d'animaux indicateurs	1. $0.50 - $1.00 pour chaque échantillon 2. Permet de déterminer le moment de l'infection 3. Permet de déterminer le lieu précis d'infection 4. Permet de répéter l'analyse sérologique si nécessaire 5. Permet d'étudier le vecteur en même temps que les animaux	1. Sans grand intérêt dans les études de progression 2. Limitation du nombre de lieux d'étude (5-15) et d'animaux (100) 3. Entretien des animaux 4. Ne permet pas de détecter de nouvelles maladies
Etude du vecteur et isolement du virus	1. Permet de comparer les populations d'une année à l'autre 2. Capture des vecteurs peu coûteuse ($1.00 par 100 moustiques) 3. Permet l'identification positive d'une espèce en particulier comme vecteur 4. Permet de déterminer le taux minimum d'infection 5. Permet de détecter de nouvelles maladies	1. L'isolement des virus d'un échantillon de 100 moustiques coûte $10.00 2. L'analyse des résultats prend 30 jours 3. Le nombre d'échantillons traités est limité, 20 groupes nécessitant le traitement de 2,000 moustiques par semaine
Etude du sérum humain	1. $0.50 - $1.00 pour chaque échantillon 2. Grand nombre d'indicateurs possibles 3. Excellente dans les études d'après évaluation 4. Echantillonnage direct des espèces visées	1. Ne permet aucune prévision 2. Donneurs généralement inconnus 3. Ne renseigne pas sur le lieu ou le moment où l'infection s'est produite

ESTIMATION DES COUTS (1980)

Sérologie des vertébrés

Nombre estimé d'échantillons de sérum prélevés quotidiennement: 100
Salaire quotidien du technicien: $75.00
Matériel nécessaire à l'analyse de 100 échantillons: $10.00
Coût de l'analyse d'un échantillon: $0.85 approx.

Isolement des virus de vecteurs

Nombre estimé de vecteurs capturés et traités quotidiennement: 2,000 (20 groupes, à raison de 100 sujets par groupe)
Familles de souris ($3.00 par famille): $60.00
Remplacement des cages (20 groupes en 15 jours à raison de $0.25 par jour): $75.00
Salaire quotidien du technicien: $75.00
Minimum de $210.00 pour 20 groupes, environ $10.00/groupe

Californie, permettant ainsi de mieux comprendre l'épidémiologie de cette maladie (communication personnelle de Artsob, 1981).

Contrôle des vecteurs

On a mis au point des systèmes de surveillance en Saskatchewan, au Manitoba et en Ontario pour contrôler les espèces vectrices, c'est-à-dire *Culex tarsalis*, dans les provinces des Prairies, et *Culex pipiens* et *Culex restuans*, en Ontario. Ces systèmes de surveillance permettent non seulement de contrôler un grand nombre de moustiques, mais aussi de recueillir des spécimens pour identifier les virus. Le contrôle des vecteurs oblige à échantillonner les populations de moustiques adultes pendant un certain nombre d'années, au moyen de la même technique et aux mêmes emplacements, afin de connaître leur densité d'une année à l'autre, sur une base saisonnière. Pendant l'année en cours, il est toujours possible de déterminer la densité et la composition en espèces des populations de moustiques dans les 24 heures qui suivent le piégeage. Le fait que les espèces vectrices soient nombreuses n'est pas nécessairement en corrélation avec l'augmentation de l'incidence de la maladie (Helson et Surgeoner, 1980; McLintock et Iversen, 1975).

Certains pièges sont conçus spécialement pour capturer des insectes vecteurs parvenus à un certain âge, de façon à augmenter les chances d'obtenir un isolat (Surgeoner et Helson, 1978). L'analyse des spécimens capturés dans ces pièges peut passer en priorité dans les programmes de surveillance saisonnière. Il existe aussi des techniques de contrôle (Madder et coll. 1980) conçues spécialement pour permettre aux municipalités de contrôler des populations d'insectes vecteurs dans leur région sans devoir recourir aux services de spécialistes en entomologie.

Cas d'infection humaine et sérologie

Depuis les années quarante, il y a eu plus de 2,000 cas cliniques d'infections arbovirales (Artsob et Spence, 1979) au Canada. Le contrôle des cas survenant au sein de la population humaine ne vient qu'en dernière instance et devrait apporter des résultats en corrélation avec ceux des systèmes décrits auparavant. Cependant, cette méthode ne permet habituellement pas de faire des prévisions, car l'incubation dure de 7 à 14 jours et l'analyse de laboratoire effectuée pour confimer le diagnostic prend de 20 à 30 jours. Des méthodes d'analyse du sérum humain ont été spécialement mises au point pour déterminer l'incidence des infections non apparentes en vue d'évaluer dans quelle mesure certaines maladies arbovirales sont répandues (Mahdy et coll. 1979). Les études sérologiques permettent aussi de déterminer pendant combien de temps les anticorps demeurent dans la population humaine.

2.1.3 ECHANTILLONNAGE D'ORGANISMES NON CIBLES

La végétation émergente et les organismes des étangs, ruisseaux et rivières sont au nombre des formes de vie susceptibles d'être affectées par la lutte contre les insectes piqueurs. Les écologistes-botanistes ont considérablement perfectionné les techniques d'échantillonnage de la végétation; elles sont décrites et commentées en détails par Kershaw (1964).

Les rives des lacs envahies par la végétation, les eaux stagnantes des cours d'eau et les marécages sont autant d'habitats propices au développement des larves de moustiques (Maire et coll. 1979); il est difficile d'y faire l'échantillonnage quantitatif des invertébrés, même si les écologistes étudiant les eaux douces ont mis au point diverses méthodes appropriées (Macan, 1977). Voir 2.1.1.

Les méthodes d'échantillonnage des insectes piqueurs immatures en eau courante laissent à désirer. En effet, elles se prêtent surtout à l'étude des eaux profondes (Carlsson et coll. 1981). Macan (1958) regroupe les méthodes d'échantillonnage du benthos des eaux courantes en cinq catégories: 1) soulever à la main les pierres une à une (par ex. Cloutier, 1968), 2) placer un substrat amovible d'aire connue afin que les organismes le colonisent (par ex. Moon, 1940), 3) placer des boîtes et des cylindres pour entourer une superficie de laquelle toutes les formes animales seront retirées (par ex. Wilding, 1940; Macan, 1958), 4) fixer des filets pour recueillir les organismes provenant d'une superficie connue qu'on a perturbée en amont (par ex. Surber, 1937; Hess, 1941); la méthode "par coups" est inspirée de cette technique (Frost et coll. 1971), et 5) déplacer des filets dans le substrat (par ex. Usinger et Needham, 1956; Macan, 1958).

Ces méthodes donnent des résultats qui semblent représentatifs de la population de la zone échantillonnée, même si la variance est toujours très élevée. Cependant, des travaux effectués récemment au Canada (par ex. Williams et Hynes, 1974) et ailleurs (par ex. Bishop, 1973) montrent que le benthos pénètre beaucoup plus loin que la zone de contact entre l'eau et le gravier ou la pierraille et est mal représenté par les échantillons qu'on obtient avec ces méthodes. Ainsi, il se peut qu'une crue éclair ou une vague d'insecticide élimine les larves des couches superficielles, donnant l'impression d'une extermination complète. Par la suite, en un laps de temps beaucoup trop court pour qu'il s'agisse d'une régénération réelle, il peut arriver que la population recouvre presque son niveau initial, tel que mesuré par échantillonnage conventionnel, en grande partie grâce aux organismes qui sont remontés des sédiments.

Il n'existe aucune méthode d'échantillonnage directe qui donne des résultats satisfaisants en eau profonde et en particulier dans les grands cours d'eau, milieux surtout visés par les mesures de lutte contre les mouches noires au Canada. Les bennes et dragues employés pour les

sédiments lacustres sont inutiles en eau courante car le talweg serpente dans le chenal et donne naissance à des substrats très variés. Par conséquent, les échantillons prélevés en eau peu profonde ne sont pas nécessairement représentatifs de l'ensemble de la rivière. Fredeen et Spurr (1978) ont décrit des substrats artificiels récemment mis au point pour faire l'échantillonnage semi-quantitatif des larves d'insectes dans les grands cours d'eau.

Comme les mouches noires se fixent à des surfaces solides, il est possible d'employer des substrats artificiels, ce qui facilite la cueillette des spécimens et procure des données comparatives. La nature du dispositif artificiel utilisé pour échantillonner les mouches noires immatures dépend du substrat naturel de l'espèce étudiée. On a employé, entre autres, des languettes de bois dur (Curtis, 1968), des cônes métalliques (Johnson et Pengelly, 1966), des bandes de polythène (Doby et coll. 1967) et des tuiles de céramique (Lewis et Bennett, 1974). Lewis et Bennett (1974) et Fredeen et Spurr (1978) ont étudié ces substrats et beaucoup d'autres; ils sont aussi, respectivement, mis au point des dispositifs spéciaux pour l'échantillonnage quantitatif des mouches noires immatures en eaux profondes et peu profondes. Tarshis (1965, 1968) a recueilli des simuliidés immatures en quantité au moyen de bandes de tissus.

Les substrats artificiels ont aussi servi à échantillonner des organismes non cibles (ONC): ainsi dans la rivière Saskatchewan, on a employé des bouts de câble de polypropylène à cet effet (Fredeen et Spurr, 1978). Comme ces dispositifs ne permettent d'échantillonner que les organismes à la dérive (en particulier dans les grands cours d'eau), ils ne nous apportent aucun renseignement sur la situation au fond de l'eau. Aussi faut-il encore déterminer la valeur que peut avoir l'échantillonnage des organismes à la dérive comme moyen de détection et de quantification des populations en eau courante. Il serait bon, pour des raisons d'ordre écologique qui dépassent largement le cadre de la lutte contre les mouches noires, de pousser beaucoup plus loin les recherches dans ce domaine. Jusqu'ici au Canada, ce n'est qu'avec le projet de recherche environnementale sur les sables pétrolifères de l'Alberta, maintenant abandonné, qu'on a entrepris des travaux de cette nature (par ex. Barton, 1980). Rosenberg et Resh (1982) ont évalué les avantages et inconvénients de l'emploi de substrats artificiels comme dispositifs d'échantillonnage (1982).

2.2 INSECTES PIQUEURS

On trouve au Canada au moins 400 espèces d'insectes piqueurs hématophages des vertébrés. Ces espèces sont réparties en onze familles (culicidés, simuliidés, cératopogonidés, tabanidés, psychodidés, chaoboridés, rhagionidés, muscidés, hippoboscidés, nyctéribiidés et streblidés). La plupart des membres des quatre premières familles, à savoir: les

moustiques (culicidés), mouches noires (simuliidés), brûlots (cératopogonidés), taons et chrysops (tabanidés) sont hématophages des vertébrés. Avec la mouche piquante des étables et la mouche des cornes (muscidés), ces insectes causent de nombreux problèmes de santé et perturbent l'économie au Canada, soit parce qu'ils transmettent des agents pathogènes, soit parce qu'ils sont une nuisance sérieuse de par leur morsure ou encore provoquent des allergies pouvant entraîner la maladie et parfois la mort. Les insectes hématophages des six autres familles sont généralement rares au Canada.

La transmission de maladies et les désagréments causés par les morsures diffèrent considérablement en importance selon le lieu, la saison, l'espèce d'insecte et son abondance dans les diverses régions du Canada. On trouve dans les publications de nombreux exemples d'insectes, en particulier des vecteurs de maladies, qui ont une influence sur la santé et l'économie largement plus importante que les espèces qui leur sont apparentées et dont souvent ils se distinguent à peine. Par conséquent, il faut bien connaître les espèces canadiennes, leur cycle et leur distribution, pour comprendre les problèmes qu'elles créent et trouver le moyen de les combattre. Il revient au taxonomiste de décrire les nouvelles espèces, c'est-à-dire de montrer qu'il s'agit de taxons distincts. On identifie régulièrement de nouvelles espèces ou des espèces auparavant non reconnues (cryptiques) au Canada et ce, chez tous les groupes d'insectes piqueurs, et plus particulièrement parmi les simuliidés et les cératopogonidés. L'identification des nouvelles espèces repose sur tous les critères, morphologique, cytologique, et chimique, dont disposent les taxonomistes. Les techniques cytologiques sont particulièrement valables, car elles permettent de montrer que deux espèces sont isolées du point de vue reproductif. De nombreuses espèces non reconnues ont été identifiées grâce à des études cytologiques, en particulier celles menées par Rothfels (1979) et ses étudiants (voir appendice II.0 à simuliidés). Les autres groupes d'insectes piqueurs, bien qu'il soit actuellement plus difficile d'en faire l'étude cytologique, comprennent probablement aussi plusieurs espèces actuellement non reconnues.

Au contraire de la description de nouvelles espèces, l'identification doit souvent être faite par des personnes inexpérimentées (Canadian Forces Manual on Pest Control 1981, Appendix IV.0), en fonction de critères purement morphologiques tirés des publications et portant tant sur les formes adultes que larvaires. Ces critères étant actuellement très peu connus dans le cas de plusieurs espèces d'insectes piqueurs très apparentées, les risques d'erreur sont nombreux. Les chances qu'on découvre d'autres caractéristiques morphologiques distinctives sont cependant loin d'être épuisées et l'on a à peine exploité les méthodes d'identification basées sur des critères non morphologiques.

Le degré de classification et d'identification des espèces varie d'une famille à l'autre et même d'un genre à l'autre. L'état actuel

de nos connaissances au sujet des quatre plus grandes familles est présenté à l'appendice II, à la suite d'un bref historique. Des références complémentaires, facilitant l'identification, figurent au Tableau II-1 de l'appendice II.0.

Tous les hippoboscidés, nyctéribiidés et streblidés sont des ectoparasites obligatoires des oiseaux et des mammifères. A l'exception du barbin du mouton (*Melophagus ovinus* - hippoboscidés), aucun d'entre eux n'a d'importance du point de vue économique. Dans la grande famille des muscidés, seules trois espèces au Canada sont hématophages des vertébrés: la mouche piquante des étables (*Stomoxys calcitrans*), la mouche des cornes (*Haematobia irritans*) et la mouche de l'orignal (*Haematobosca alcis*). Les taons et les mouches piquantes des étables ont une influence sur l'économie s'ils sont nombreux, car ils peuvent occasionner des ennuis sérieux et causer l'amaigrissement des animaux domestiques. Quant aux tabanidés, bien qu'on les soupçonne de transmettre certains organismes pathogènes comme les filaires et les agents responsables de la conjonctivité chez le bétail, on n'a pu jusqu'ici montrer en laboratoire qu'ils véhiculent des maladies. Chez les rhagionidés, seul le genre *Symphoromyia* comprend des espèces hématophages au Canada et leur importance est généralement mineure. Turner (1974) révise actuellement la taxanomie du genre *Symphoromyia*. On ne trouve que trois espèces de psychodidés piqueurs au Canada; elles font toutes partie du genre *Phlebotomus* (certains auteurs placent les espèces du Nouveau Monde dans le genre *Lutzomyia*). L'espèce de l'est (*P. vexator*), connue d'après un seul spécimen (Downes, 1972), s'attaque de toute évidence aux reptiles. Certaines espèces tropicales, inexistantes au Canada, sont des vecteurs connus de trypanosomes, leishmanies ainsi que d'autres organismes potentiellement dangereux pour l'homme. Les chaoboridés sont représentés dans l'est du Canada par des insectes du genre *Corethrella* qui piquent les grenouilles.

2.3 ORGANISMES PATHOGENES VEHICULES PAR LES ARTHROPODES

Par comparaison aux contrées plus chaudes, les maladies transmises aux humains par des insectes piqueurs sont relativement rares au Canada. On ne signale en effet que six maladies de ce genre (paludisme, fièvre jaune, encéphalo-myélite équine de l'Ouest, encéphalo-myélite équine de l'Est, encéphalite de St-Louis et encéphalite de Californie) en terre canadienne. McLintock et Iversen (1975), McLintock (1976) et Artsob et Spence (1979) sont au nombre des auteurs qui ont étudié l'incidence de ces maladies et d'autres affections potentielles au Canada. Une vue d'ensemble de leur recherche Figure au Tableau 2-4.

Au Canada, certaines publications mentionnent l'existence de foyers d'infection naturels de quatre sérotypes de virus transmis par des arthropodes (arbovirus) pathogènes pour l'homme et d'au moins huit autres dont le pouvoir infectieux pour l'homme est inconnu ou improbable (Figure 2-2). Des tests virologiques ou sérologiques ont confirmé que

Tableau 2-4. Maladies transmises à l'homme par des insectes piqueurs au Canada.

Maladie	Lieu	Commentaires	Sources
Paludisme	Sud de l'Ontario	Environ 600 cas Dernier cas indigène en 1909	Gray, 1963; Drummond, 1893; Hinman et Hurlbut, 1942
Fièvre jaune	Québec	Epidémique, Montréal et région de la côte Atlantique	Howard 1923
Encéphalo-myélite équine de l'Ouest	Manitoba, Saskatchewan et Alberta	Epizootique à fin des années 30 et au début des années 40. Plus récemment au Manitoba en 1975, 1977 et 1981	Medovy 1976; Eadie et coll. 1981
Encéphalo-myélite équine de l'Est	Québec et Ontario	Chevaux atteints au Québec en 1972	Harrison et coll. 1975
Encéphalite de St-Louis	Ontario	Epidémique, région de Windsor en 1975	Mahdy et coll. 1979
Encéphalite de Californie	Québec et Ontario	5 cas, Québec 2 cas, Ontario	Fauvel et coll. 1980, 1981

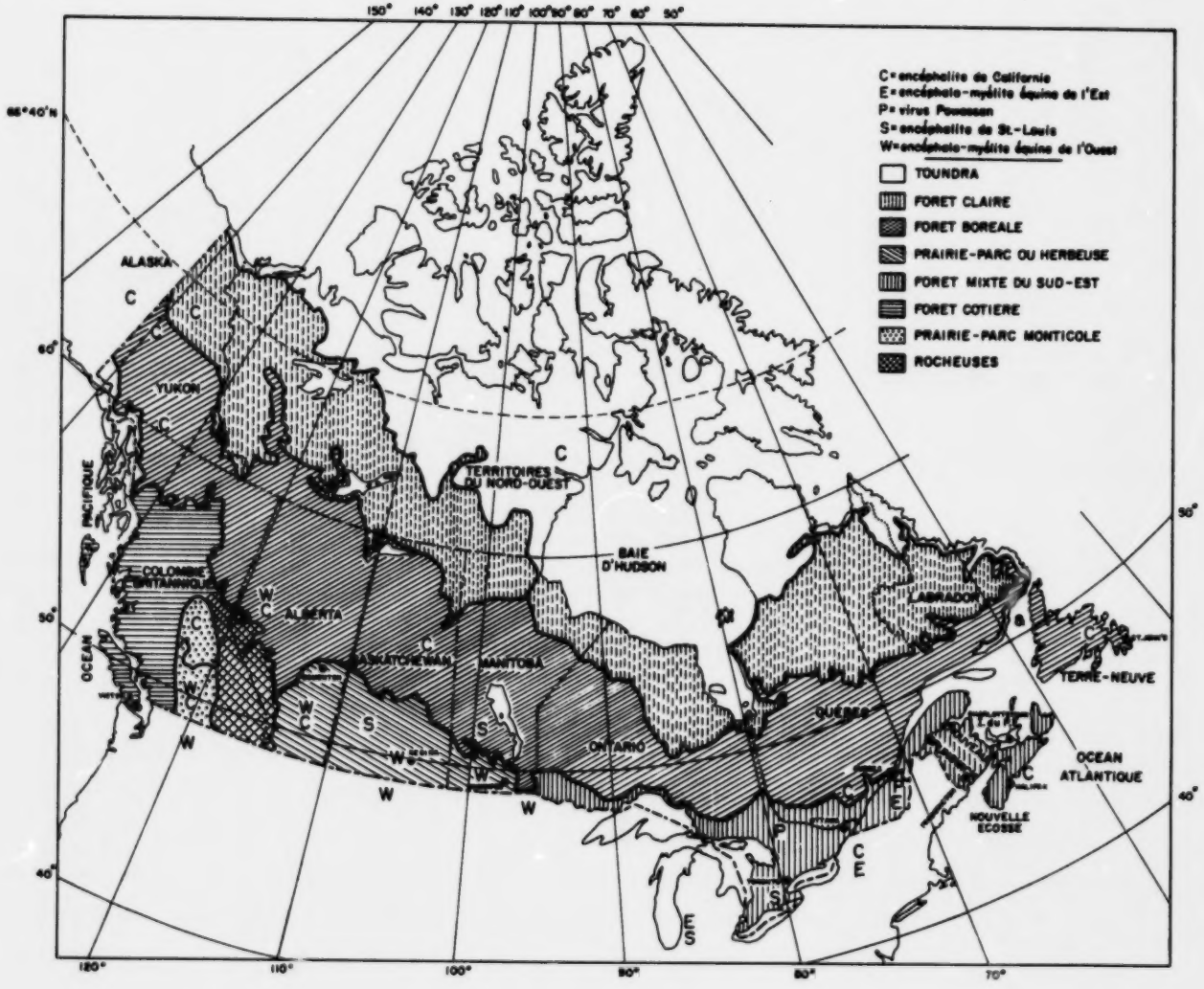


Figure 2-2. Incidence des arbovirus dans les diverses zones de végétation du Canada.

certains cas cliniques d'infection du système nerveux central apparus au sein de la population humaine (encéphalite ou méningite aseptique) étaient dus aux virus WEE (Rozdilsky et coll. 1968), SLE (Spence et coll. 1977) et au sous-type SSH (lièvre d'Amérique) (Fauvel et coll. 1980) du sérogroupe CE, mais jusqu'ici, on n'a mentionné aucun cas clinique d'encéphalite équine de l'Est (EEE) (Bellavance et coll. 1973), maladie que certaines personnes contractent aux Etats-Unis. Par ailleurs, des maladies causées par des arbovirus étrangers au Canada, notamment celui de la dengue (Haldane et Marrie, 1978; Waters, 1978), se sont déclarées chez des personnes venant de régions tropicales, où ces affections sont endémiques, peu après leur arrivée au Canada.

On a découvert que les tiques (ixodidés) véhiculent deux arbovirus pathogènes pour l'être humain; il s'agit du virus Powassan, en Ontario (McLean et coll. 1967), et du virus de la fièvre à tiques du Colorado, en Colombie-Britannique (Hall et coll. 1968a). On a signalé 15 cas d'encéphalite dont 2 mortels dus au virus Powassan au Canada de 1958 à 1979 (Wilson et coll. 1979). Le virus de la fièvre à tiques du Colorado a provoqué un état de fébrilité chez des personnes aux Etats-Unis, mais aucun cas n'a été signalé au Canada (Hall et coll. 1968b).

Les arbovirus subsistent en milieu naturel essentiellement grâce à des arthropodes hématophages qui en assurent la transmission biologique entre divers hôtes vertébrés sensibles; les virus se multiplient chez ces vertébrés et y provoquent une virémie; après avoir infecté des arthropodes, ils se multiplient dans leur tissus, puis sont transmis par piqûre à d'autres vertébrés, terminant la période d'incubation dite extrinsèque (WHO, 1967). En décembre 1979, la classification comportait 423 sérotypes répartis entre 54 groupes antigéniques et un certain nombre d'agents non classifiés (Berge, 1975). Les arbovirus suffisamment étudiés ont été classés en fonction de critères morphologiques dans 4 grands groupes taxonomiques: les togaviridés, bunyaviridés, rhabdoviridés et réoviridés (orbivirus) (Berge, 1975).

La plupart des moustiques qui transmettent des arbovirus au Canada font partie des genres *Aedes* et *Culex*; les genres *Culiseta*, *Anopheles* et *Mansonia* en comptent aussi quelques-uns. On a établi que ces vecteurs naturels peuvent transmettre dix sérotypes (Tableau 2-5). Au Canada, les arbovirus se propagent en milieu naturel selon un cycle de transmission (McLean, 1975): ainsi, dans le cas du virus WEE dans les provinces des Prairies, les vecteurs sont des moustiques du genre *Culex* et les hôtes réservoirs, des oiseaux sauvages, en particulier les espèces qui vivent dans des bourbiers ou dans d'autres habitats propices au développement des larves de moustiques (Figure 2-3); par contre les virus du groupe CE de la forêt boréale sont véhiculés par *Aedes communis* et d'autres moustiques du même genre, des petits mammifères comme le lapin, le lièvre et l'écureuil servant d'hôtes réservoirs; il y a aussi transmission transovarienne (Figure 2-4). Dans les deux cas, les êtres humains et les oiseaux et mammifères domestiques sont infectés de façon tangentielle

Tableau 2-5. Epidémiologie des arbovirus endémiques transmis par des moustiques au Canada.

Arbovirus		Maladie chez l'homme	Arthropode vecteur	Vertébré réservoir	Distribution géographique (voir fig. 2-2)	
Sérotype	Famille (Sérogroupe)				Province	Zone de végétation
Encéphalo-myélite équine de l'Est (EEE)	Togaviridés (Alphavirus)	encéphalite[a]	*Aedes, Culiseta* (M)[b]	oiseaux	Qué. Ont.	Forêt mixte du sud-est
Encéphalo-myélite équine de l'Ouest (WEE)	Togaviridés (Alphavirus)	encéphalite	*Culex tarsalis* (M) *Aedes, Culiseta* (M) *Mansonia* (M)	oiseaux aquatiques	Man. Sask. Alb. C.-B.	Prairie-parc et prairie herbeuse
Encéphalite de St-Louis (SLE)	Togaviridés (Flavivirus)	encéphalite	*Culex tarsalis* (M) *Culex pipiens* (M)	oiseaux	Ont. Man. Sask.	Prairie-parc et prairie herbeuse, forêt mixte du sud-est
Snowshoe hare (SSH)	Bunyaviridés (Californie)	méningite aseptique	*Aedes, Culiseta* (M)	lagomorphes (*L. americanus*), rongeurs (*Citellus*)	Yukon, T.N.-O., C.-B., Alb. Sask. Ont., Qué. N.-E.	Forêt claire, toundra, prairie-parc et prairie herbeuse, forêt mixte du sud-est
Northway (NOR)	Bunyaviridés (groupe Bunyamwera)	-	*Aedes, Culiseta* (M)	lagomorphes, rongeurs	Yukon, T.N.-O.	Forêt boréale, forêt claire
Turlock (TUR)	Bunyaviridés (groupe Turlock)	-	*Culiseta* (M)	rongeurs	Alb.	Prairie-parc et prairie herbeuse
Groupe Bunyamwera	Bunyaviridés	-	*Aedes* (M)	rongeurs	Alb. Ont.	Prairie-parc et prairie herbeuse, forêt mixte du sud-est
Cache Valley (CV)	Bunyaviridés	-	*Culiseta* (M)	rongeurs	Sask.	Prairie-parc et prairie herbeuse
Flanders-Hart Park (FLA)	Rhabdoviridés	-	*Aedes, Culex* (M) *Mansonia*	rongeurs	Sask.	Prairie-parc et prairie herbeuse, forêt mixte du sud-est
Trivittatus (TVT)	Bunyaviridés	-	*Aedes trivittatus*	lagomorphes	Ont.	
Maladie hémorragique épizootique du cerf de Virginie (EHD)	Orbivirus	-	*Culicoides*	ongulés	Alb.	Prairie-parc et prairie herbeuse
Langue-bleue du mouton (BLU)	Orbivirus	-	*Culicoides*	ongulés	C.-B.	Prairie-parc et prairie herbeuse

[a] Aucun cas déclaré jusqu'ici dans la population humaine au Canada.
[b] M: moustique.

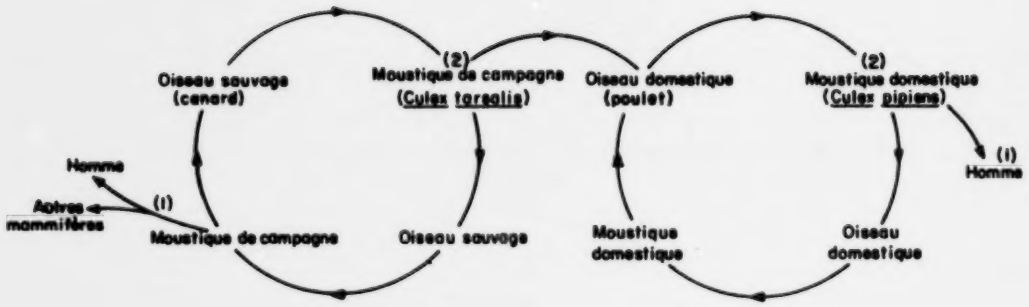


Figure 2-3. Cycle oiseau-moustique (par ex. de l'encéphalo-myélite équine de l'Ouest).

Aucun signe de transmission transovarienne.
Il est possible de prévenir la contagion par:
(1) l'emploi d'insectifuges et de vêtements protecteurs
(2) la réduction des populations de moustiques (aux stades larvaires et adultes)

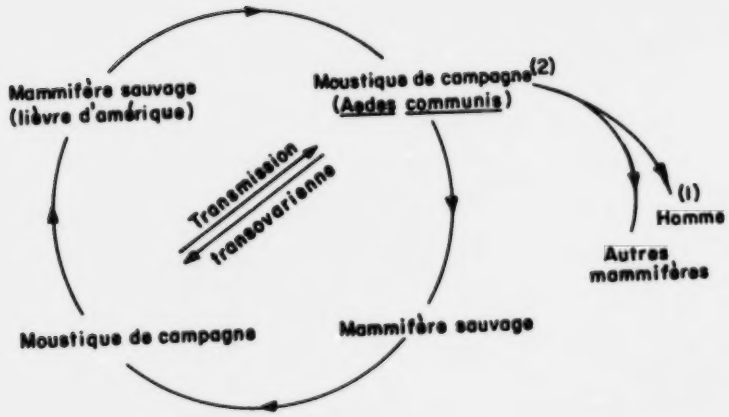


Figure 2-4. Cycle mammifère-moustique (par ex. de l'encéphalite de Californie)

Signes de transmission transovarienne. Les oiseaux sont porteurs sains. Il est possible de prévenir la contagion par:
(1) l'emploi d'insectifuges et de vêtements protecteurs
(2) la réduction des populations de moustiques (aux stades larvaire et adulte).

Tableau 2-6. Incidence des infections arbovirales dans les provinces canadiennes

Province ou territoire	Sérotype de l'arbovirus	Taux d'isolement du virus			Incidence d'anticorps	
		Vertébré	Moustique	Tique	Homme	Vertébré
Colombie-Britannique	Snowshoe hare (groupe CE) 1969-1970		*Aedes canadensis*[a]		subclinique 48:1936 (2.5%)[26]	*Lepus americanus* 20:31 (64.5%) [e] *Marmota flaviventris* 15:252 (6.0%) [e] *Citellus columbianus* 1:146 (0.7%) [e]
	1973		*Aedes fitchii* 1:8 [37]			
	Encéphalo-myélite équine de l'Ouest 1971	chevaux 2:60 [26]			3 cas cliniques subcliniques: 6:1936 (0.6%) [26]	
	Fièvre à tiques du Colorado 1965-1966			*Dermacentor andersoni* 8:670 [14]	subcliniques: 2:1936 (0.1%) [26]	
Territoire du Yukon	Snowshoe hare (groupe CE) 1971-1974		*Aedes canadensis* 1:496 [38], [f] *Aedes cinereus* 1:1179 [38] *Aedes communis* 1:1765 [38] *Culiseta inornata* 1:1778 [38]			*Lepus americanus* 430:1076 (40%) [38] *Citellus undulatus* 266:3610 (7%) [38]
	1975		*Aedes* sp. larvae 1:10900 [40]			
	1978		*Aedes communis* 1:1479 [43]			

Tableau 2-6. (suite)

Province ou territoire	Sérotype de l'arbovirus	Taux d'isolement du virus			Incidence d'anticorps	
		Vertébré	Moustique	Tique	Homme	Vertébré
Territoire du Yukon	Snowshoe hare (groupe CE) 1978 1980		*Culiseta inornata* 1:931 [43] *Aedes communis* 1:382 [g]			
	Northway 1978		*Culiseta inornata* 1:1242 [43]			
Alberta	Snowshoe hare (groupe CE) 1964-1968	*Lepus americanus* 1 [h]	*Aedes communis* 1:2000 [23]		subcliniques: 51:160 (32%) [24]	*Lepus americanus* 111:216 (52%) [24]
		lapins indicateurs 3:36 [h]	*Aedes stimulans* 1:3032 [23]			lapins indicateurs 3:14 (21%) [24]
	Groupe Bunyamwera 1965		Diverses espèces 1:3500 approx. [13]			
	Silverwater 1965	*Lepus americanus* 2 [h]		*Haemaphysalis leporis-palustris* 13 [h]		*Lepus americanus* 0-68% [h]
	Turlock 1965		*Culiseta inornata* 1:3500 approx. [13]			
	Encéphalo-myélite équine de l'Ouest[a] 1965		*Culex tarsalis* 1:3500 approx. [13]		subcliniques: 20:180 (11%) [24]	*Lepus americanus* 44:232 (19%) [24]
Saskatchewan	Snowshoe hare (groupe CE) 1972		*Aedes cataphylla* 1:313 [25]			
			Aedes excrucians 1:201 [25]			
			Aedes fitchii 1:3072 [25]			

Tableau 2-6. (suite)

Province ou territoire	Sérotype de l'arbovirus	Taux d'isolement du virus			Incidence d'anticorps	
		Vertébré	Moustique	Tique	Homme	Vertébré
Saskatchewan			*Aedes punctor* 1:238 [25]			
	Encéphalo-myélite équine de l'Ouest[a] 1963-1965	oiseaux 12:480 (2.5%) [6]	*Aedes campestris* 1:988 [28]		3 cas cliniques 1963 (seulement) [6]	
		chevaux 47:279 (17%) [6]	*Aedes dorsalis* 1:766 [28]			
		(1963 seulement)	*Aedes flavescens* 1:3852 [28]			
			Aedes spencerii 1:2088 [28]			
			Aedes vexans 1:1477 [28]			
			Culex tarsalis 1:180 [25]			
			Culiseta inornata 1:2810 [28]			
	Cache Valley 1971		*Culiseta inornata* 1:4490 [7]			
	Flanders-Hart Park 1967		*Culex tarsalis* *Aedes flavescens*			
	Encéphalite de St-Louis 1971		*Culex tarsalis* 1:1004 [7]			

Tableau 2-6. (suite)

Province ou territoire	Sérotype de l'arbovirus	Taux d'isolement du virus			Incidence d'anticorps	
		Vertébré	Moustique	Tique	Homme	Vertébré
Manitoba	Cache Valley 1977		*Culiseta inornata* 1:2724 [49,a]			lapins indicateurs 11:19 [53]
	Snowshoe hare (groupe CE) 1976 1979		*Aedes communis* 1:550 [53] *Culiseta inornata* 1:3057 [49,a] *Aedes* spp. 1:5784 [49,a]			
	Encéphalite de St-Louis 1975				1 cas clinique [6]	
	1977				2 cas cliniques [10]	
	Encéphalo-myélite équine de l'Ouest[a] 1941-1947	mortalité humaine (8-41%) [1]	*Culex tarsalis* [1]		subcliniques: (3-19%) [1]	
	1975		Diverses espèces 7% [49,a]		14 cas cliniques [15]	
	1977		*Culex tarsalis* 1:347 *Culex* spp. 1:371 [49,a] *Aedes vexans* 1:711 *Culiseta inornata* 1:706 *Aedes* spp. 1:761 *Aedes pionips* 1:2733 *Anopheles earlii* 1:87 *Mansonia perturbans* 1:202 [1]		5 cas cliniques [21]	poulets indicateurs (29-95%) [1] chevaux 18:107 [1]
	1978		*Aedes vexans* 1:80 *Culiseta inornata* 1:764 [49,a]			

Tableau 2-6. (suite)

Province et territoire	Sérotype de l'arbovirus	Taux d'isolement du virus			Incidence d'anticorps	
		Vertébré	Moustique	Tique	Homme	Vertébré
Ontario	Cache Valley 1977		*Aedes vexans* 1:5675 [51]			
	Snowshoe hare (groupe CE) 1963, 1965	lapins indicateurs 5:9 (55%) [27]				lapins indicateurs 20:29 (69%) [27] *Lepus americanus* 9:107 (8%) [d]
	1975		*Aedes fitchii* 1:1170 [2] *Aedes triseriatus* 1:239 [2]		subcliniques: 50:4032 (1.6%) [51]	
	1976		*Aedes trivittatus* (sous-type Trivittatus) 1:305 [51] *Aedes dorsalis* 1:1577 [51] *Culex* so. 1:10273 [51]			
	1978				1 cas clinique [1]	
	1980				1 cas clinique [J]	
	Flanders 1976		*Aedes vexans* 1:6171 [51] *Culex* sp. 1:331 [51] *Mansonia perturbans* 1:2330 [51]			
	1977		*Culex* sp. 1:391 [51]			
	Encéphalite de St-Louis[a] 1975	1 isolat d'humain [50] mortalité: 5:63 (7.5%) [15]			63 cas cliniques [50] subcliniques: 19:4032 (0.5%) [51]	oiseaux 6-30% [45]
	1976		*Culex* sp. 1:5137 [51]			oiseaux 14:451 (3%) [45] poulets indicateurs 11055 [45]

Tableau 2-6. (suite)

Province ou territoire	Sérotype de l'arbovirus	Taux d'isolement du virus			Incidence d'anticorps	
		Vertébré	Moustique	Tique	Homme	Vertébré
Québec	Snowshoe hare (groupe CE) 1978				2 cas cliniques [11]	
	1980				1 cas clinique [k]	
	Encéphalo-myélite équine de l'Est	5 chevaux [48]				chevaux 5:29 (17%) [4]
T.-N.-O.	Snowshoe hare (groupe CE) 1973 (Dist. de Keewatin)		*Aedes hexodontus* 1:1189 [52]			
	1976 (Dist. du Mackenzie)		*Aedes communis* 1:6358 [41]			*Lepus americanus* 8:29 (27%) [a]
			Aedes hexodontus 1:1274 [41]			
	1978 (Dist. du Mackenzie)		*Aedes communis* 1:4978 [43]			
	Northway 1976 (Dist. du Mackenzie)		*Aedes hexodontus* 1:5096 [41]			
Nouvelle-Ecosse	Snowshoe hare 1975-1977					*Lepus americanus* 113:1003 (11%) [10]
Terre-Neuve	Keystone (groupe CE) 1980		*Aedes abserratus-punctor* 1:63 [54]			

Tableau 2-6. (suite)

---

[a] Virus isolés du cerveau de personnes mortes de la maladie dans la province indiquée.

Les chiffres entre parenthèses réfèrent aux sources indiquées à la fin du présent tableau.
Les lettres entre parenthèses ne figurent pas dans la liste des sources; elles réfèrent aux publications suivantes:

a. Gaunt, R.A. *et al.* Can. J. Public Health 65: 61, 1974
b. Hall, R.R. *et al.* Can. J. Public Health 60: 486-488, 1969.
c. McLean, D.M. *et al.* J. Infect. Dis. 109: 19-23, 1961.
d. McLean, D.M. *et al.* Am. J. Trop. Med. Hyg. 13: 747-753, 1964.
e. McLean, D.M. *et al.* Can. J. Public Health 62: 120-124, 1971.
f. McLean, D.M. *et al.* Am. J. Epidemiol. 95: 347-355, 1972.
g. McLean, D.M. *et al.* Mosq. News 41: 287-290, 1981.
h. Yuill, R.M. *et al.* Bull. Wildlife Dis. Ass. 5: 248-253, 1969.
i. Artsob, H. *et al.* Can. Med. Assoc. J. 125: 958-962, 1981.
j. Artsob, H. et Spence, L. Can. Dis. Wkly Rep. 7-39: 194, 1981.
k. Fauvel, M. *et al.* Can. Dis. Wkly Rep. 7-39: 194-196, 1981.
l. Sekla, L.H. *et al.* Mosq. News 40: 377-380, 1980.

SOURCES:

1. Adamson *et al.* 1950.
2. Artsob *et al.* 1975.
4. Bellavance *et al.* 1973.
6. Burton *et al.* 1966.
7. Burton *et al.* 1973.
10. Embil *et al.* 1978.
11. Fauvel *et al.* 1980.
13. Hall *et al.* 1968a.
14. Hall *et al.* 1968b.
15. Artsob et Spence 1980.
21. Waters 1978.
23. Iversen *et al.* 1969.
24. Iversen *et al.* 1971.
25. Iversen *et al.* 1973.
26. Kettyls *et al.* 1972.
27. McKiel *et al.* 1966.
28. McLintock *et al.* 1970.
36. McLean *et al.* 1970.
37. McLean *et al.* 1974.
38. McLean *et al.* 1975.
40. McLean *et al.* 1977a.
41. McLean *et al.* 1977b.
43. McLean *et al.* 1979.
45. Mahdy *et al.* 1979.
48. Rossier *et al.* 1974.
49. Rozdilsky *et al.* 1968.
50. Spence *et al.* 1977.
51. Thorsen *et al.* 1979.
52. Wagner *et al.* 1975.
53. Wagner *et al.* 1979.
54. CDC, Fort Collins, communication personnelle, 1981.

par rapport au cycle de transmission du virus en milieu rural, mais dans le cas du virus WEE, il peut s'établir un autre cycle entre les poulets et les moustiques domestiques du genre *Culex* à partir duquel l'infection est transmise à la population humaine de façon tangentielle (Figure 2-3).

Incidence des infections arbovirales au Canada

On donne au Tableau 2-6 divers aspects quantitatifs des infections de moustiques et de vertébrés (hommes, autres mammifères et oiseaux) dans les provinces et les territoires du Canada durant les vingt-cinq dernières années, d'après des données tirées de rapports publiés. Le taux d'isolement des virus des arthropodes correspond, certaines années en particulier, à une moyenne établie pour l'ensemble du territoire ou de la province considéré. Lors d'études systématiques durant plusieurs étés successifs, comme ce fut le cas dans le Territoire du Yukon (TY) et dans les Territoires du Nord-Ouest (T.N.-O.) de 1971 à 1980, on a détecté des virus chez au moins une espèce de moustique chaque année sauf en 1977 et 1979 (Tableau 2-5). La détection des infections arbovirales chez les vertébrés est plus précise si on l'établit en isolant les virus du cerveau de sujets morts des suites d'une encéphalite ou du sang d'animaux sauvages ou indicateurs, mais l'isolement des virus pose certaines difficultés techniques. Il est donc souvent nécessaire de recourir à la détection d'anticorps pour montrer qu'un arbovirus donné a contaminé une certaine proportion des vertébrés d'un territoire, avant (par des tests d'inhibition de l'hémagglutination et (ou) de neutralisation) ou pendant l'année précédent (par la réaction de fixation du complément).

En Colombie-Britannique, on a décelé la présence du virus SSH (groupe CE) dans les terres agricoles irriguées du district de l'Okanagane (49°N) en 1969 (McLean et coll. 1970) et à l'extrémité sud de la forêt boréale dans le district Cariboo (52°N) en 1973 (McLean et coll. 1974) en l'isolant de deux espèces de moustiques du genre *Aedes*. Le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*) était probablement le vertébré réservoir dans ce cas, mais la marmotte à ventre jaune (*Marmota flaviventris*) et la spermophile du Columbia (*Citellus columbianus*) peuvent aussi remplir ce rôle. Le virus a été transmis à la population humaine tangentiellement au cycle naturel, l'incidence n'atteignant que la valeur relativement faible de 2.5% (Kettyls et coll. 1972). En 1971, des analyses d'induction virologique ont permis de diagnostiquer une encéphalite à virus WEE chez trois personnes dans toute la vallée de l'Okanagane et l'incidence des cas subcliniques s'élevait à 0.6% (Kettyls et coll. 1972).

Dans la forêt boréale du territoire du Yukon, on a isolé des virus SSH de *Aedes communis* et de *Culiseta inornata* presque tous les étés à plusieurs reprises, de 1971 à 1980 (McLean et coll. 1975, 1977b, 1977c et 1979a), et on en a détecté à l'occasion chez deux autres espèces de moustiques du genre *Aedes*. Les moustiques *A. communis* et *C. inornata* ont tous deux transmis le virus SSH en laboratoire après incubation à 0-4°C

et 13°C (McLean et coll. 1977a et 1977c), soit la variation habituelle de la température estivale dans l'Arctique (Tableau 2-7). Ce résultat confirme leur rôle présumé de vecteur du virus SSH en été dans l'Arctique canadien. La présence de virus SSH dans les glandes salivaires de *C. inornata* après une incubation extrinsèque de 329 jours à 4°C (McLean et coll. 1979b) indique qu'il pourrait passer l'hiver dans l'organisme de moustiques adultes. Cependant, le fait qu'on l'ait trouvé dans des larves d'espèces du genre *Aedes* au début du printemps de 1975 (McLean et coll. 1977b) avant l'émergence des adultes, à un endroit où le taux d'infection minimum sur le terrain (TIMT) de *A. communis* était de 1/168 en 1978 (McLean et coll. 1979a) donne fortement à penser que le transfert trans-ovarien est aussi un moyen de survivre en hiver pour ce virus. Le lièvre d'Amérique et le spermophile arctique (*Citellus undulatus*) sont deux des principaux vertébrés réservoirs.

En Alberta, le virus SSH est confiné à la forêt boréale et est transmis par *Aedes communis* et *A. mercurator* (Iversen et coll. 1969), le lièvre d'Amérique en étant l'un des principaux réservoirs (Iversen et coll. 1971); cependant il est responsable de l'infection subclinique de 32% des habitants d'une région où sa présence est reconnue (Iversen et coll. 1971). Dans la prairie herbeuse et la prairie-parc, *Culex tarsalis* est probablement le vecteur naturel du virus WEE (Hall et coll. 1968a); ce virus a causé l'infection subclinique de 11% des habitants de la région en 1965 (Iversen et coll. 1971).

En Saskatchewan, *C. tarsalis* est le principal vecteur du virus WEE dans la prairie herbeuse et la prairie-parc au nord jusqu'au 53e parallèle (McLintock et coll. 1970), mais on a mesuré un faible taux d'infection minimum sur le terrain chez quatre espèces d'*Aedes* et chez *C. inornata*. Les principaux vertébrés réservoirs sont des oiseaux. En 1963, trois personnes ont souffert d'encéphalite, l'infection s'étant transmise tangentiellement au cycle naturel (Burton et coll. 1966). On a décelé pour la première fois la présence du virus SSH en 1972 en l'isolant de quatre espèces de moustiques du genre *Aedes* (Iversen et coll. 1973) et le virus SLE a été détecté pour la première fois chez le moustique *C. tarsalis* en 1971 (Burton et coll. 1973).

Au Manitoba, on a signalé dans la population humaine des cas d'encéphalite par virus WEE, dont certains furent mortels, de 1941 à 1947 (Adamson et coll. 1950); en 1975, 14 cas se sont déclarés (Davidson et coll. 1976) et en 1977, 5 autres (Waters, 1978). Le moustique *Culex tarsalis* est l'un des principaux vecteurs dans les prairies (Snell et coll. 1977); le taux d'infection minimum de cette espèce est de 1/347 (Sekla et coll. 1980). Il y a eu des cas cliniques d'infection au SLE en 1975 (Davidson et coll. 1976) et en 1977 (Water, 1978). On a détecté le virus SSH dans une zone de forêt boréale pour la première fois en 1976 chez *A. communis*, le TIMT de cet insecte s'élevant à 1/550 (Wagner et coll. 1979a).

Tableau 2-7. Transmission en laboratoire d'arbovirus par des moustiques du Canada.

Arbovirus	Moustique	Incubation extrinsèque		Infection virale	
		temp. (C)	jours	dose	voie
SSH (Yukon)	*A. communis*	0-4	20	0.01 - 100	nourr.[a]
			20	0.01	inj.[b]
		13	13	100	nourr.
			13-20	0.01	inj.
		23	13	0.1 - 0.01	nourr.
			20	0.1	inj.
	C. inornata	0	13-96	1 - 100	inj.
		13	20	1 - 100	inj.
SLE (Ontario)	*A. communis*	13	13	30	nourr.
		13	27	3	nourr.

[a] nourr. = dans la nourriture
[b] inj. = injecté.

En Ontario, les premiers cas connus d'infection humaine au SLE ont été signalés au cours de l'été 1975, année où l'on a diagnostiqué 63 cas par analyse virologique (Spence et coll. 1977); le taux de mortalité était alors de 7.5% et le taux d'infection subclinique variait de 1/200 à 1/2500. Ces cas ont été signalés dans la région de la forêt mixte du sud-est, au sud du 45e parallèle. Lors du contrôle post-épidémique pratiqué en 1976, le taux d'infection au virus SLE était de 1/5137 parmi les moustiques du genre *Culex* (Thorsen et coll. 1979), mais aucun virus n'a été isolé en 1977 et 1978. On a détecté des anticorps dans le sérum de 6 à 30% des moineaux domestiques (*Passer domesticus*) dont on a analysé le sang peu après l'épidémie de 1975, et chez 3% des oiseaux en 1976 (Mahdy et coll. 1979), mais on n'a rien trouvé chez les 916 spécimens échantillonnés en 1977, ni chez les 1,563 testés en 1978. Ces résultats indiquent que l'épidémie de 1975 était reliée à celle qui sévissait plus au nord aux Etats-Unis (CDC, 1977). Il est peu probable que le virus SLE soit endémique en Ontario. La présence d'anticorps spécifiques au virus EEE en l'absence d'anticorps spécifiques au virus WEE dans le sérum de trois moqueurs-chats sur un échantillon de 233 oiseaux indique que le virus EEE se propagerait à partir de foyers d'infection situés dans des régions adjacentes, aux Etats-Unis (Francy, 1981). On a isolé des virus SSH du sang des lapins indicateurs dans l'est de l'Ontario en 1963 et en 1965 (McKiel et coll. 1966) et chez quatre espèces de moustiques des genres *Aedes* et *Culex* dans le sud-ouest de l'Ontario en 1975 (Artsob et coll. 1975) et en 1976 (Thorsen et coll. 1979). Le taux d'infection subclinique dans la population humaine était de 1.6% (Artsob et coll. 1979; Mahdy et coll. 1979); il était de 21% chez les chevaux (Artsob et coll. 1975).

En 1978, dans des zones de forêt boréale situées au nord de Montréal (Québec) on a diagnostiqué par analyse sérologique la contamination au virus SSH chez 3 cas d'infection légère du système nerveux central (Fauvel et coll. 1980). L'infection au virus EEE n'a été jusqu'ici décelée que chez des chevaux parmi les vertébrés (Bellavance et coll. 1973).

Dans les Territoires du Nord-Ouest, on a détecté le virus SSH chez des moustiques de l'espèce *A. hexodontus* capturés dans la toundra du district de Keewatin (Wagner et coll. 1975) et dans les forêts claires du district du Mackenzie en 1976 (McLean et coll. 1977c). On en a également trouvé chez des moustiques de l'espèce *A. communis* dans le district du Mackenzie, en particulier à Inuvik (69°N, 138°O) en 1976 (McLean et coll. 1977c) et 1978 (McLean et coll. 1979a).

A Terre-Neuve, au cours de l'été de 1980, on a isolé le sous-type Keystone du virus de l'encéphalite de Californie d'un échantillon de 63 moustiques (comprenant des *Aedes aberratus* et *A. punctor*) capturés par Joseph Mokry (Research Unit on Vector Pathology, Memorial University) le 17 juillet (communication personnelle, Center for Disease Control, Fort Collins, Colorado, 11 mai 1981).

En Nouvelle-Ecosse, le taux d'anticorps de 11% mesuré chez le lièvre d'Amérique pourrait être un signe de la présence du virus SSH (Embil et coll. 1978), mais il faudra attendre d'en avoir trouvé chez des arthropodes et des vertébrés capturés en milieu naturel pour être fixé de façon définitive.

Transmission des arbovirus par les moustiques du Canada

Il y a eu transmission de virus SSH au cours d'expériences en laboratoire réalisées sur *A. communis* après incubation à 0, 13 et 23°C pendant deux semaines ou plus (McLean et coll. 1975, 1977a et 1977c) et sur *C. inornata* après incubation à 0 et 13°C pendant 13-96 jours (McLean et coll. 1977c). On trouvait encore des virus dans les glandes salivaires de *C. inornata* jusqu'à 329 jours après incubation à 4°C (McLean et coll. 1979b). Il y a eu transmission de virus SLE par des moustiques de l'espèce *A. communis* après 13 jours ou plus d'incubation à 13°C (McLean et coll. 1978; Spence et coll. 1977) (Tableau 2-7). Le titre viral chez les vertébrés contaminés naturellement atteint vite le niveau nécessaire pour infecter des moustiques.

Résumé

On trouve, répartis par zones de végétation particulières, quatre arbovirus de sérotypes différents transmis par des moustiques et reconnus comme agents responsables d'encéphalites, de méningites aseptiques ou de fièvre non différenciée chez les résidants ou les visiteurs des provinces et territoires du Canada. Dans la mesure du possible, on a indiqué au Tableau 2-6 l'incidence des cas cliniques et subcliniques dus à ces quatre arbovirus.

Le TIMT au virus WEE chez les moustiques de l'espèce *C. tarsalis* dans les prairies herbeuses et les prairies-parcs des provinces des Prairies variait de 1:180 à 1:3500; sa valeur était généralement plus faible pour les moustiques des genres *Aedes* et *Culiseta*. Les réservoirs naturels étaient habituellement des oiseaux. Le TIMT au virus SLE chez les moustiques du genre *Culex* était de 1:5137 dans la forêt mixte du sud-est, dans le sud de l'Ontario et on a décelé des anticorps chez 30% des oiseaux échantillonnés dans un secteur de cette région où l'on avait relevé en 1975 66 cas d'encéphalite dues à ce virus (63 confirmés par analyses virologiques) dont 5 mortels. Dans les zones de forêt boréale et de forêts claires du Yukon, des Territoires du Nord-Ouest, de l'Alberta et du Manitoba, le taux d'infection par virus SSH chez *Aedes communis* variait de 1:382 à 1:2000, sa valeur étant habituellement moins élevée pour les *Culiseta* et d'autres espèces d'*Aedes*. Le lièvre d'Amérique et, dans une moindre mesure, les spermophiles, étaient les réservoirs naturels. Les taux d'infection par virus SSH étaient comparables chez les moustiques du genre *Aedes* capturés dans les parties ontariennes de la forêt mixte du sud-est. La transmission transovarienne peut être pour le virus SSH un moyen important de subsister pendant l'hiver, mais il peut aussi vivre chez les *C. inornata* adultes pendant presque 11 mois.

On a montré en laboratoire que *A. communis* et *C. inornota* peuvent transmettre le virus SSH après incubation à 0-4°C et 13°C, soit des températures comparables à celles de l'été arctique, et que *A. communis* peut aussi transmettre le virus SLE après incubation à 13°C. La dose d'infection minimum au virus SSH chez les moustiques de l'Arctique représente à peine 0.01 de la DL_{50} de la souris.

Lacunes

Il serait bon de déterminer:

1. La valeur du TIMT par arbovirus chez les moustiques du Québec et des provinces de l'Atlantique (valeurs encore inconnues bien qu'il y ait eu des cas d'infection par virus SSH dans la population humaine au Québec).

2. En laboratoire la capacité des principales espèces vectrices canadiennes (*C. inornata, A. communis, A. vexans, Mansonia perturbans* et *Culex* spp.) à transmettre les virus SLE, SSH et WEE pathogènes pour l'homme.

3. L'incidence exacte des infections cliniques et subcliniques dues à des arbovirus chez les ouvriers itinérants employés à la construction de pipe-lines et de routes dans les zones de forêt boréale et de forêt claire au Yukon et dans les Territoires du Nord-Ouest. Il faudrait en même temps mesurer le TIMT chez les moustiques des environs des campements des ouvriers.

2.4 INCIDENCE SUR LES ACTIVITES DE L'HOMME

2.4.1 EFFETS DES INSECTES PIQUEURS SUR L'HOMME

Pour tous ceux qui sont allés dans les régions subarctiques canadiennes durant la saison d'activité des insectes piqueurs, il n'est nul besoin d'expliquer la gravité du problème que posent ces insectes. Les moustiques (culicidés) et les mouches noires (simuliidés) sont surtout mis en cause, mais les taons et chrysops (tabanidés) et les brûlots (cératopogonidés) causent aussi parfois de sérieux ennuis. Les causes sont simples et évidentes: premièrement, ces insectes sont très adaptables et deuxièmement, ils trouvent dans le Nord du Canada de très vastes étendues où se reproduire (et où, du point de vue des grands mammifères dont l'homme, le parasitisme et la prédation des insectes sont tout à fait insuffisants!).

Bien que les insectes piqueurs ne soient généralement pas responsables de la transmission de maladies chez l'homme dans le nord du Canada comme c'est le cas dans bien d'autres régions du monde, ils limitent les activités en plein air, car ils peuvent causer des désagréments

sérieux; chez certaines personnes particulièrement sensibles, ils ont occasionné des troubles psychologiques atteignant la gravité de cas cliniques. Les agglomérations sont assez petites dans le Nord et les insectes peuvent être extrêmement nombreux pendant une bonne partie du printemps et de l'été, saisons relativement courtes. Pour les personnes qui doivent travailler loin de ces lieux d'habitation ou qui se trouvent dans une situation d'urgence, ces insectes peuvent constituer un grave problème. La productivité des travailleurs peut en être sérieusement réduite et l'élimination des insectes et la protection du personnel entraînent des frais importants. La présence de ces insectes piqueurs a de toute évidence retardé la mise en valeur du Nord, tant du point de vue industriel qu'en matière d'activités récréatives.

Dans bien des régions de l'Ontario, et plus particulièrement dans le Bouclier canadien, c'est le complexe *Simulium venustum* qui, de tous les insectes piqueurs, cause le plus de problèmes aux habitants. En Saskatchewan, cependant, il ne cause habituellement pas d'ennuis sérieux (Westwood et Brust, 1981). Dans bien des régions du Canada, on procède chaque année à des opérations de désinfestation pour supprimer cette nuisance.

Gibson (1939) a mentionné que près de Sackville (Nouveau-Brunswick) les moustiques étaient si nombreux qu'ils ont causé de sérieux ennuis durant la récolte du foin. Plus tard, Twinn (1949) indiquait que les populations d'*Aedes cantator* et d'*A. vexans* étaient si élevées dans plusieurs régions du Nouveau-Brunswick que la récolte et diverses autres opérations exécutées en plein air en ont été considérablement retardées.

En plus des problèmes psychologiques qui peuvent résulter d'attaques trop fréquentes, on a signalé des affections cliniques. La tolérance aux piqûres d'insectes peut changer chez certaines personnes trop fréquemment piquées: elles sont alors sensibilisées et peuvent présenter des réactions très sévères (McKiel et West, 1961). Certains enfants ont fait une réaction généralisée et sont tombés malades après avoir été piqués par des mouches noires au-delà de leur seuil de tolérance physiologique (communication personnelle de West, 1980).

Les insectes piqueurs peuvent causer d'autres problèmes en plus des troubles de santé. Bien des gens sont tout simplement incapables de travailler à l'extérieur si les insectes sont trop nombreux. Des personnes âgées ont dû rester à la maison, ne s'aventurant dehors qu'après la tombée de la nuit, lors d'invasions de *S. luggeri* dans certaines régions de la Saskatchewan (Fredeen, 1981).

Outre les forestiers, les travailleurs d'autres industries peuvent avoir de sérieux problèmes à cause des moustiques et des mouches noires. Ainsi, durant les récents travaux d'aménagement hydro-électrique des chutes Churchill (Labrador), on a mis en oeuvre, à grands frais, un programme de lutte contre les insectes pour assurer aux quelque 4,500

employés un certain bien-être et leur permettre de donner leur plein rendement (Laird, 1978b). Là encore, le contrôle environnemental était une nécessité (Duthie et Ostrofski, 1975).

Les insectes piqueurs sont source de problèmes particuliers dans bon nombre de bases des Forces canadiennes (FC). Par exemple, à Cold Lake (Alberta), l'inspection et l'entretien des avions et autres appareils, tâches normalement accomplies sur les pistes mêmes, ont parfois dû être exécutées dans les hangars à cause des moustiques. De plus, il arrive souvent que des exercices d'entraînement et de manoeuvres d'urgence sur le terrain soient perturbés à cause des insectes piqueurs. Comme les personnes qui se trouvent dans ces bases peuvent venir de tous les coins du Canada, bon nombre d'entre elles n'ont aucune tolérance physiologique aux piqûres des espèces de moustiques et de mouches noires de la région. Leurs enfants peuvent aussi être particulièrement sensibles aux piqûres de mouches noires comme on l'a mentionné auparavant.

Ce genre de problèmes peut influer sur le bien-être psychologique et la productivité de bien des gens. Rares sont les personnes qui demandent à être postées dans ces bases isolées. Le ministère de la Défense nationale (MDN) a fait faire des relevés d'insectes dans le Nord du Canada et des analyses pour détecter les virus chez les moustiques (Currie, 1975) et déterminer le risque qu'ils représentent pour la population humaine. Un sondage parmi les campeurs des parcs provinciaux de l'Ontario a montré que jusqu'à 15% d'entre eux ont dû interrompre leur séjour à cause des moustiques et des mouches noires et qu'ils ne pensaient pas y retourner (Smith et coll. 1976).

Lorsque les moustiques ou les mouches noires piquent plus souvent que 3-5 fois par minute dans les bases des FC, on applique un adulticide à la grandeur de la base, si possible en un seul jour. La réduction des populations d'insectes piqueurs qui résulte de l'opération permet habituellement aux employés de travailler à l'extérieur, mais le secteur est réinfesté quelques jours plus tard. Grâce à l'application d'adulticides; on évite une dépense considérable de travail, par exemple pour déplacer les avions et autres appareils jusqu'aux hangars pour l'exécution d'opérations d'entretien normalement exécutées en plein air. Les personnes devant s'éloigner des emplacements traités se protègent des piqûres d'insectes en portant un capuchon ou une veste à capuchon imprégnés d'insectifuge (diéthyltoluamide) ou d'insecticide (perméthrin) comme on l'indique au Tableau 2-8 (Lindsay et coll. 1979).

Par le passé, il est souvent arrivé que des maladies transmises par des insectes, comme le paludisme, aient été transmises au Canada par des travailleurs de pays étrangers, comme les Caraïbes. Une épidémie de paludisme a décimé l'une des premières colonies de Lord Selkirk à Baldoon (lac Sainte-Claire) en 1804 et 1805 (Encyclopedia Canadiana, 1960; Gray, 1963). "Les foyers de paludisme sont plutôt rares au Canada, à l'exception des environs du Saint-Laurent et de la vallée de la rivière Rideau...

Tableau 2-8. Réduction des piqûres d'insectes au moyen de vêtements imprégnés d'insecticide ou d'insectifuge.

Insecte	Durée de l'exposition (min.)	Réduction des piqûres (%) perméthrin	Réduction des piqûres (%) diéthyltoluamide	Vêtement[a]
Moustique				
(*Aedes* spp.)	30	5-58	5-29	capuchon
		50		capuchon et veste
	60	8-89	8-30	capuchon
		100		capuchon et veste
Mouche noire	30	18	9	capuchon
(*Simulium* spp.)		10		capuchon et veste
	60	7	7	capuchon
		12		capuchon et veste

[a] Le capuchon, qu'il soit attaché ou non à une veste, ne couvrait pas le visage du sujet.

à l'occasion, on a presque dû interrompre la construction du canal Rideau à cause de ce fléau" (Curtis, 1967). Selon Drummond (1893), environ 500 ouvriers sont morts de paludisme à Kingston Mills durant la construction du canal Rideau; cette maladie a continué de sévir de façon sporadique dans la région jusque vers 1909 (Fisk, 1931). Des six *Anopheles* indigènes au Canada, deux au moins peuvent être vecteurs du paludisme (McLintock et Inversen, 1975). En 1978, on a diagnostiqué et confirmé 13 cas de dengue dans cinq provinces canadiennes (Artsob et coll. 1978). De 1975 à 1979, on a relevé 26 infections apparemment dues au virus de la dengue (Artsob et Spence, 1980). Le ministère de la Santé de l'Ontario a récemment financé un programme à l'Université de Guelph pour déterminer par des expériences de transmission en laboratoire quelles espèces pourraient être des vecteurs parmi les principaux moustiques qu'on trouve en Ontario. Cette étude porte, entre autres, sur des virus responsables d'encéphalites, de la dengue, etc.

2.4.2 EFFETS DES INSECTES PIQUEURS SUR LE BETAIL

En Saskatchewan, certains éleveurs de bétail ont dû s'orienter vers la production céréalière en raison des pertes qu'ils avaient subies suite aux attaques de mouches noires et de la perspective d'une baisse de production continue. *Simulium arcticum* injecte au moment de la piqûre de la salive allergène qui peut tuer un animal; les piqûres de *S. Luggeri*, sont moins allergènes, mais ses attaques, surtout concentrées sur la tête de l'animal, peuvent être assez intenses pour qu'il s'affole. Dans leur fuite, les animaux démolissent parfois des clôtures. Ils refusent de brouter durant le jour, entrant dans les étables s'ils le peuvent, sinon, se rassemblant en groupes serrés sur les collines, s'ils ne s'affolent pas. Les chevaux de selle deviennent difficiles à contenir. De nombreux producteurs soutiennent que leurs animaux, quand ils reviennent des pâturages en automne, pèsent environ le même poids qu'au printemps. Les animaux non perturbés prennent normalement 1.5 kg par jour passé à brouter. En 1976, les invasions de mouches noires ont touché 10,000 km^2 de terres agricoles et gravement perturbé les opérations agricoles en Saskatchewan (Fredeen, 1981).

Par suite de ces infestations massives d'insectes piqueurs, il faut négliger certaines tâches afin de donner un supplément de nourriture au bétail, car les animaux mangent alors beaucoup moins dans les pâturages, même si la nourriture y abonde. Le bétail attaqué par ces mouches nécessite beaucoup plus d'attention que la normale et on doit recourir beaucoup plus souvent aux services de vétérinaires. De 1977 à 1979, il a fallu mettre en oeuvre des programmes d'élimination des larves de mouches noires de plus en plus intensifs, au prix d'un nombre considérable d'heures-personnes, pour combattre les infestations. En 1979, on a appliqué en Saskatchewan du méthoxychlore sur une plus grande étendue et pendant une période de plus longue durée que les années précédentes, ce qui a permis d'éliminer de façon satisfaisante les mouches noires dans la

plus grande partie de l'est de la province et a montré qu'il est possible de se prémunir contre les attaques massives de *S. luggeri* en utilisant ce larvicide de façon judicieuse (Communication personnelle de Fredeen, 1980).

On a souvent des problèmes semblables avec le bétail de la région de l'Athabasca en Alberta où les infectations de *S. arcticum* peuvent atteindre des proportions épidémiques. Là aussi, l'application judicieuse de méthoxychlore a donné de bons résultats. Drummond et coll. (1978) remarquent qu'on pourrait augmenter la production mondiale des ruminants de 50% si l'on trouvait des moyens d'éliminer les arthropodes vecteurs et les parasites qui s'attaquent au bétail.

En fait, il faudrait trouver le moyen de remplacer les espèces de mouches noires qui s'attaquent aux hommes et au bétail par des espèces qui ne piquent que rarement. On atteindrait peut-être ce but si l'on connaissait mieux l'écologie des mouches noires. Ainsi récemment, une espèce de mouche noire a été remplacée, quoique par inadvertance, dans le bassin de la rivière Saskatchewan, par suite de la création d'un réservoir (Fredeen, 1979). En effet, *S. arcticum* a été remplacée par *S. luggeri*, espèce moins dommageable puisque sa piqûre, à notre connaissance, n'est pas mortelle pour les animaux. Cette question est reprise en détails à la section 3.3.

Etant données l'importance grandissante que revêtent les ressources naturelles et la nécessité de les mettre en valeur dans des régions jusqu'ici négligées à cause des insectes piqueurs, l'importance socio-économique de ces derniers a changé dans les régions du Nord. Par exemple, le comité des éleveurs d'une petite zone d'étude du comté d'Athabaska (Alberta) évalue à $600,000 les pertes subies en 1971 à la suite d'une invasion de mouches noires par rapport à la production normale déjà amoindrie par des infestations tolérées. Selon un indice précis établi à Lethbridge par le ministère de l'Agriculture du Canada, dans le modèle bio-économique des invasions de mouches des cornes quand les mouches se chiffrent en moyenne à 215 par animal, le producteur doit prendre des mesures de protection pour éviter des pertes occasionnelles représentant plus de 20% de leur production. Il est essentiel d'avoir les moyens de faire des évaluations bio-économiques pour connaître les conséquences des infestations d'insectes piqueurs, identifier les recherches nécessaires et trouver des méthodes de lutte. Dans certains domaines, notamment ceux de la santé et du bien-être publics, l'établissement des priorités doit aussi tenir compte des valeurs inhérentes au confort et au niveau de vie. L'avancement des recherches et l'amélioration des mesures de protection des populations humaines et animales nécessiteront l'application des techniques actuelles ou de nouvelles méthodes dans le domaine de l'évaluation bio-économique. On a évalué l'influence des insectes piqueurs sur la viabilité de l'agriculture et de l'élevage dans le Nord dans le cadre du programme des mouches noires de l'Athabasca (Haufe, 1980).

2.4.3 RESUME

En résumé, on peut regrouper les problèmes que causent les insectes piqueurs pour les populations humaines et animales et l'économie du Canada dans les classes suivantes:

1) perturbations régionales de la coupe de bois, de l'élevage, de la cueillette des fruits, de divers types d'opérations agricoles, du tourisme et des loisirs en plein air;

2) à l'avenir, désagréments sérieux et perturbations des opérations agricoles, industrielles et des activités récréatives dans presque toutes les régions du Canada et plus particulièrement dans le Nord;

3) problèmes de santé dans la population humaine allant des réactions psychologiques mineures aux maladies systémiques graves, plus particulièrement dans les régions isolées et notamment dans les bases des Forces canadiennes;

4) risques d'apparition dans la population humaine d'infections graves dues à des agents pathogènes transmis par des insectes suite à l'augmentation des réservoirs et de l'adaptation des agents infectieux résultant de l'accroissement des voyages à travers le monde et de la venue d'immigrants en provenance des pays tropicaux.

2.5 EFFETS SUR L'ELEVAGE DU BETAIL

Il est impossible d'évaluer complètement les conséquences des infestations d'insectes piqueurs sur la production de bétail d'après la littérature scientifique actuellement disponible. Nous avons des renseignements sur la présence des insectes, mais nous manquons de données quantitatives sur les espèces (en termes de distribution géographique et de variations taxonomiques) et leurs effets au Canada. Dans le monde entier, très peu d'études expérimentales ont été réalisées pour quantifier les conséquences bio-économiques des infestations sur l'élevage. Malgré le manque d'études concluantes sur les aspects bio-économiques des infestations d'insectes piqueurs, l'observation des réactions négatives des animaux exposés à leurs attaques a permis de déterminer qu'ils exercent des effets de natures diverses sur la production animale. Ces effets diffèrent dans leur manifestation et leur importance économique suivant l'espèce d'insecte et l'hôte considérés et selon la nature et l'emplacement de l'exploitation. En général, on observe:

1) Diminution du gain de poids et de la croissance chez les animaux immatures;

2) Baisse de la production de lait chez les vaches;

3) Baisse du poids des veaux au sevrage hors des pâturages;

4) Mortalité chez les animaux domestiques;

5) Baisse du rendement des animaux reproducteurs;

6) Mortalité des nouveaux reproducteurs non adaptés;

7) Maladies et infections transmises par des arthropodes;

8) Augmentation des frais de gestion;

9) Baisse du rendement de l'utilisation des terres, des terres peu propices à la culture servant à la production céréalière.

(1) Baisse du taux de croissance

Des rapports font état de baisses de gain de poids chez le bétail à la suite d'invasions de mouches piquantes (Cheng, 1958), de mouches des cornes et de mouches piquantes (Cutkomp et Harvey, 1958) et de mouches des cornes (Haufe et Thompson, 1964). Comme les effets toxiques des produits chimiques sur la croissance des animaux s'ajoutaient à ceux des insectes, ces rapports ne rendent compte que partiellement des conséquences des attaques des arthropodes sur la production animale (Haufe, 1973).

Dans une expérience en conditions contrôlées, Steelman et coll. (1972) ont comparé des animaux placés dans des parcs d'engraissement où certains groupes étaient exposés aux attaques des moustiques, les autres étant protégés par des moustiquaires; ils ont constaté que les bouvillons exposés prenaient moins de poids que les animaux protégés, les bouvillons recevant une alimentation à faible teneur calorique prenant 0.32 kg.tête^{-1}.d^{-1} de moins et ceux recevant de la nourriture à forte teneur calorique prenant 0.14 kg.tête^{-1}.d^{-1} de moins. Ces résultats montrent que les insectes piqueurs ont un effet négatif sur le taux de croissance, mais ils ne donnent pas la mesure de l'ensemble des effets des arthropodes nuisibles sur le système de production.

La mesure du taux de croissance d'après un modèle quantitatif des relations hôtes-parasites appliqué à la mouche des cornes et au bétail a permis de déterminer les effets des insectes par rapport à des seuils d'infestation (Haufe, 1978 et 1981). Les infestations dans les limites du seuil minimal de réaction (10-12 insectes/animal) et le seuil maximal nécessitant l'élimination des parasites (environ 215 insectes/animal) réduisent le potentiel de croissance de 17-20% chez les animaux nés dans le cours de l'année. Les infestations dépassant la limite maximale entraînent une réduction du taux de croissance de l'ordre de 20-45%.

On a observé une baisse du taux de croissance du même ordre chez le bétail laissé en pâturage pendant de graves infestations de mouches noires dans les environs des rivières Athabaska et Saskatchewan (Fredeen, 1977b; Haufe, 1980).

(2) Réduction de la production laitière

Bruce et Decker (1958) ont trouvé une corrélation négative entre la production de lait et l'abondance des mouches piquantes (*Stomoxys calcitrans*). Les infestations de mouches noires ont le même effet (Fredeen, 1969a).

(3) Baisse du poids des veaux au sevrage

Bien que la mouche des cornes ne s'attaque pas aux veaux encore allaités, ceux-ci en subissent les suites indirectement, leur poids au moment du sevrage étant inférieur de 14 lb (5.9 kg) (Campbell, 1977) à 28 lb (12.7 kg) par rapport à la normale (Lockhart, 1979) à cause des effets qu'ont les insectes sur leur mère. A la suite des graves infestations de mouches noires en Saskatchewan en 1978, les veaux du printemps des troupeaux gardés dans un grand pâturage communautaire au nord de Kinistino ne pesaient au sevrage qu'en moyenne 300 livres (135 kg) lorsqu'on les a vendus en automne, alors que les veaux du printemps provenant de régions non touchées pesaient environ 400 livres (180 kg) (Fredeen, 1981).

(4) Mortalité chez les animaux domestiques

De 1917 à 1947, on a signalé la mort de plus de 1,400 animaux en Saskatchewan par suite d'infestations sporadiques de *S. arcticum* et de nombreuses autres pertes n'ont pas été enregistrées (Rempel et Arnason, 1947; Fredeen, 1977a). Des oiseaux domestiques sont également morts. En 1948, on a commencé à appliquer des larvicides (Arnason et coll. 1949; Fredeen et coll. 1953) et depuis, seulement 130 animaux sont morts, la plupart dans des régions non traitées. En Alberta, on a subi des pertes du même ordre jusqu'en 1974, après quoi on a commencé à appliquer des larvicides.

En 1944 en Saskatchewan, on a signalé que dans un secteur de 1,000 km^2 touché par une infestation, 28% des taureaux, environ 7% des vaches, 2% des jeunes de l'année et moins de 1% des veaux étaient morts (Rempel et Arnason, 1947). Jusqu'en 1971 dans une zone de relevé du comté d'Athabasca (Alberta) de 53,290 ha où se trouvaient 13,008 têtes de bétail, 973 animaux sont morts et 38 taureaux sont devenus stériles par suite des infestations de mouches noires. On a évalué la perte de production la plus élevée (c.-à-d la réduction du gain de poids des animaux en pâturage) à $390,000. En ajoutant les opérations inutiles, le retard des naissances, la stérilité des taureaux et la mort d'animaux, on estime que le total des pertes monétaires annuelles immédiates s'éle-

vait à environ $600,000 dans la zone de relevé, soit environ $46/unité vache-veau pour l'ensemble du troupeau (Haufe, 1980).

(5) Baisse du rendement des animaux reproducteurs

La stérilité affectant bon nombre des taureaux qui ont survécu à de graves infestations de mouches noires (*S. arcticum*) en Alberta et en Saskatchewan a été attribuée à des infections secondaires. Il va sans dire que les accouplements diminuaient considérablement durant les infestations de mouches noires (Fredeen, 1969a), si bien que pour chaque oestrus manqué, la naissance du veau était retardée d'un mois l'année suivante. Les veaux ainsi produits pesaient donc environ 30 kg (66 lb) de moins que les veaux normaux vendus à la période de sevrage en automne. Le retard de reproduction générait aussi des problèmes de gestion et pouvait entraîner des pertes l'année suivante, car les veaux naissaient plus tard à la période des grandes infestations.

(6) Mortalité chez les nouveaux animaux reproducteurs non adaptés

Chez les bovins et les porcins, les mortalités les plus nombreuses qu'on ait observées à la suite de graves infestations de mouches noires ont frappé les mâles reproducteurs nouvellement importés à grands frais au Canada et n'ayant pas eu le temps de s'adapter aux piqûres d'insectes (Haufe, 1980).

(7) Maladies et infections transmises par des arthropodes

Le rôle de nombreux insectes piqueurs comme vecteurs d'agents pathogènes pour le bétail reste encore à établir. Les cératopogonidés sont les principaux vecteurs de la langue-bleue chez les ovins et les bovins. Les cas les plus récents en Colombie-Britannique se sont déclarés en 1972 et ont entraîné la mise en quarantaine de la vallée de l'Okanagane. On estime à plus de $1,000,000 les pertes occasionnées par l'embargo imposé par les Etats-Unis et l'Australie sur les exportations canadiennes de sperme de taureaux de lignée pure. Les producteurs touchés par la quarantaine ont subi des pertes collectives encore plus importants, car ils ont dû garder leurs animaux longtemps après qu'ils aient atteint le poids convenable pour la mise en marché et n'ont pu vendre leur animaux reproducteurs.

Certaines espèces de moustiques sont un danger constant pour les chevaux, car elles transmettent le virus WEE durant les épidémies intermittentes qui frappent l'ouest du Canada. On peut vacciner jusqu'à 10,000 chevaux contre l'encéphalo-myélite équine de l'Ouest durant une année d'infestations moyennes en Saskatchewan. La vaccination d'un animal déjà traité coûtant $4.50, sans tenir compte des honoraires des vétérinaires, l'opération revient à $45,000. Si les animaux n'ont pas encore été traités, il faut leur administrer deux vaccins la première année et continuer le traitement les années suivantes à raison d'une

inoculation par an. Lorsqu'une épidémie d'encéphalo-myélite équine de l'Ouest est imminente, la vaccination peut coûter jusqu'à $250,000, (Communication personnelle de Iversen, 1981).

(8) Augmentation des frais de gestion

Les éleveurs doivent faire des dépenses supplémentaires pour protéger dans la mesure du possible leur troupeau des attaques des insectes piqueurs. Il peut s'agir notamment de l'achat et de l'application d'insectifuges, de personnel supplémentaire, de clôtures additionnelles, de la construction d'abris fermés sur trois côtés et de la main-d'oeuvre et du matériel nécessaire à leur nettoyage et des services additionnels du vétérinaire.

(9) Utilisation moins rentables des terres

Dans certaines régions des Prairies canadiennes situées près de grands cours d'eau, les infestations d'insectes piqueurs et les pertes qui s'ensuivaient étaient si importants qu'on a dû utiliser de grandes portions de terres à pâturage peu propices à la culture pour la production céréalière. Il est risqué d'utiliser de grandes étendues de terres pour la culture céréalière dans une région où le sol, de par ses propriétés physiques, est sensible à l'effet d'érosion du vent et de la pluie. On a relevé que dans certaines régions de la Saskatchewan, des terres non cultivées situées à 10 km des rivières avaient été converties à la production céréalière (Fredeen, 1982).

2.6 EFFETS SUR LES ANIMAUX SAUVAGES

Comme on peut le voir au Tableau 2-9, au Canada, comme dans de nombreux autres pays, divers parasites du sang sont transmis aux animaux sauvages par des moustiques, des mouches noires et des brûlots. On peut identifier ces hématozoaires par l'examen microscopique d'échantillons de sang, certaines de leurs structures caractéristiques y étant mises en évidence. Il est ainsi possible de connaître les associations hôtes-parasites, dans la mesure où les taxonomistes peuvent identifier rapidement et avec précision l'hématozoaire en cause, l'espèce parasitée et les insectes piqueurs qui servent de vecteurs[a]. On peut aussi déterminer l'étendue géographique touchée et l'incidence locale.

Cependant, même s'il semble y avoir relation de cause à effet entre la présence de fortes concentrations de parasites dans le sang d'oiseaux et de mammifères et la mortalité chez les hôtes, il est étonnant

---

[a] A l'Appendice II.0 on commente les lacunes de la classification actuelle des brûlots (cératopogonidés) au Canada.

Tableau 2-9. Organismes non pathogènes pour l'homme transmis par des insectes piqueurs au Canada.

	Organisme	Vecteur	Hôtes	Distribution	Références
Virus	Virus de la langue-bleue	Cératopogonidés	Bétail Ovins Chèvres	C.-B.	Artsob et Spence 1979
	Affection hémorragique épizootique	Cératopogonidés	Ongulés sauvages	Alberta	Chalmers *et al.* 1964
Protozoaire	*Leucocytozoon* spp.	Simuliidés	Oiseaux	Généralisée	Fallis et Bennett 1966
	Haemoproteus spp.	Cératopogonidés	Oiseaux	Généralisée	Fallis et Bennett 1966
	Plasmodium spp.	Culicidés	Oiseaux	Généralisée	Meyer et Bennett 1976
	Trypanosoma avium (complexe)	Simuliidés	Sauvagine	Généralisée	Desser 1977
Nématode	*Dirofilaria immitis*	Culicidés	Chiens Coyotes	Généralisée	Slocombe 1978
	Dirofilaria scapiceps	Culicidés	Lièvres	Généralisée	Bartlett 1981
	Dirofilaria ursi	Simuliidés	Ours	Ontario	Addison 1980
	Dipetalonema sprenti	Culicidés	Castors	Ontario	Addison 1980
	Onchocerca stilesi	Simuliidés	Bétail	Manitoba Saskatchewan	Webster *et al.* 1977
	Onchocerca cervipedis	Simuliidés	Orignal	Alberta	Pledger *et al.* 1979
	Chandlerella chitwoodae	Cératopogonidés	Oiseaux	Ontario	Bartlett et Anderson 1980
	Ornithofilaria fallisensis	Simuliidés	Oiseaux	Ontario	Anderson 1956

qu'à ce jour on ne connaisse qu'encore mal l'épidémiologie des maladies provoquées par ces parasites en milieu naturel. Dans quelques cas, on a pu en reconstituer le cycle reproductif en laboratoire; en outre, lorsqu'il était possible d'élever l'insecte piqueur et les hôtes vertébrés pendant des périodes suffisamment longues, on a parfois pu prouver que l'hématozoaire qui les parasitait provoquait une maladie en particulier, de sorte que les symptômes et l'évolution de l'infection venaient s'ajouter aux critères d'évaluation des effets des infestations.

Ainsi, on sait maintenant que les protozoaires du genre *Leucocytozoon*, qui provoquent une infection semblable au paludisme chez les oiseaux, parasitent toute une variété d'espèces canadiennes; ils sont transmis par des mouches noires. L'un d'entre eux, *Leucocytozoon simondi*, parasite les oiseaux aquatiques domestiques et sauvages dans certaines régions du Canada. Lorsqu'il existe un réservoir d'infection et que les vecteurs, des mouches noires en nombre suffisant, se trouvent en présence d'hôtes vertébrés sensibles, il peut y avoir mortalité chez ces derniers, les morts pouvant même être très nombreux si la maladie devient épidémique. On a relié les nombreuses morts survenues chez des oies domestiques importées aux nombreux cas d'infections observés chez l'un des hôtes naturels (en l'occurrence la bernache du Canada, pour laquelle les effets sont mineurs) dans les aires de reproduction subarctiques du Québec à la période du printemps où abondent les mouches noires vectrices ornithophiles. En effet, la maladie a été transmise aux oisons non immunisés, car on a constaté que leur sang contenait de grandes quantités de *L. simondi* (Laird et Bennett, 1970). Les travaux que M. Laird a réalisés il y a environ 20 ans dans la baie d'Ungava ont révélé l'importance du problème et sont l'une des raisons pour lesquelles le ministère de l'Agriculture du Canada a abandonné le projet d'élevage d'oies Pilgrim dans la région de Fort Chino afin d'assurer à la population inuite une nouvelle source de nourriture locale.

Il n'existe malheureusement que très peu de cas de ce genre où des données épidémiologiques ont permis de formuler des critères précis pour évaluer les effets des maladies transmises par des insectes piqueurs chez des hôtes vertébrés, qu'ils soient domestiques ou sauvages. A ce jour, même l'épidémiologie naturelle d'une maladie bien connue comme le paludisme aviaire causé par des parasites du genre *Plasmodium* (objet de recherches poussées dans divers pays depuis le début du siècle), est encore mal connue. Bien qu'ils puissent provoquer la mort d'animaux en laboratoire, ces parasites sont habituellement décelés chez des animaux apparemment en bonne santé en milieu naturel. Un cas récemment découvert à Hawaï fait exception: il s'agit de l'importation de paludisme aviaire (Warner, 1968; Laird et Van Riper, 1981). Ce n'est que récemment, que Meyer et Bennett (1976), avec l'aide du CNR (CACSEE), ont pu poursuivre les premières études canadiennes concluantes entreprises par Meyer et coll. (1974) sur la transmission naturelle de *Plasmodium* aux oiseaux aquatiques par des moustiques au Nouveau-Brunswick. De leur côté, Fallis (1958) et Bennett et Campbell (1972) ont traité des vecteurs d'hémoprotéidés

parasites des oiseaux au Canada, tandis que Laird et Bennett (1970) et Fallis et coll. (1974) étudiaient la transmission des *Leucocytozoon*. Malheureusement, les publications de ces chercheurs contiennent très peu de renseignements précis sur le cycle reproductif complet des hématozoaires parasites des oiseaux, ce qui indique l'ampleur des travaux qu'il reste à faire pour identifier les vecteurs des nombreux parasites de ce genre maintenant connus au Canada (Greiner et coll. 1975).

Il nous manque donc certaines connaissances bien précises nécessitant des recherches à long terme (c.-à-d. études annuelles poursuivies pendant plusieurs années consécutives) sur le rôle des insectes piqueurs dans l'épidémiologie naturelle des maladies causées par des hématozoaires chez les animaux sauvages et de leur transmission à des animaux domestiques au Canada. En attendant, nous ne disposons d'aucun critère satisfaisant qui permette de diagnostiquer les maladies (il s'agit d'autre chose que de simplement identifier les associations hôtes-parasites), sans mentionner le contrôle de leur incidence, la détermination de leurs effets et l'établissement des bases d'un éventuel système d'élimination des insectes piqueurs.

Quant aux mammifères indigènes, les anciens ouvrages (par ex. H.H. Prichard, 1911) publiés sur le Labrador et cités par Laird (1980) mentionnent à de nombreuses reprises le cas de troupeaux de caribous harcelés par des insectes piqueurs durant l'été. On ignore la gravité de ces attaques, mais les services de la faune du gouvernement du Canada et des Territoires du Nord-Ouest étudient actuellement la question.

3.0 LUTTE CONTRE LES INSECTES PIQUEURS

3.1 PRODUITS CHIMIQUES

L'utilisation (homologation) et la vente des pesticides chimiques au Canada sont réglementées par la Loi sur les produits antiparasitaires, la Loi des aliments et drogues, la Loi sur l'indemnisation pour dommages causés par les pesticides, la Loi sur les pêcheries et la Loi sur la quarantaine des plantes. De plus, la plupart des provinces ont adopté une réglementation sur la qualité de l'eau ou la protection de l'environnement en vertu de laquelle on accorde des permis autorisant l'utilisation de pesticides chimiques homologués ou expérimentaux dans les plans d'eau qui relèvent de plus d'une juridiction. Les nouveaux produits ne sont testés sur le terrain que lorsque les autorités fédérales, provinciales ou territoriales concernées, ont délivré les permis nécessaires. La liste des pesticides chimiques homologués, où figure le mode d'emploi approuvé pour chacun d'entre eux, change constamment, à mesure qu'avancent les recherches. Ces produits servent généralement à éliminer les insectes adultes ou les larves et, dans une moindre mesure, les pupes et les oeufs. Il s'agit entre autres de toute une variété de pesticides organiques et de produits synthétiques régulateurs de la croissance des insectes (RCI) (par ex. ALTOSID, produit mimétique de l'hormone juvénile, voir 3.2). On donne des renseignements détaillés sur les pesticides homologués, les formulations utilisées, les modes d'emploi approuvés, etc. dans plusieurs publications gouvernementales.[a] On peut aussi obtenir des informations à la Division des pesticides du ministère fédéral de l'Agriculture à Ottawa. Enfin, dans une autre catégorie, on trouve les insectifuges, produits chimiques modifiant le comportement des insectes habituellement sans effets toxiques pour les moustiques et les mouches noires adultes, et les hormones synthétiques, qui agissent sur la croissance des insectes.

L'insecticide idéal contre les insectes piqueurs devrait satisfaire à bien des conditions, entre autres:

1) Son action devrait être très sélective et ne toucher que les membres d'une même famille, d'un même genre ou d'une même espèce; il devrait être peu toxique pour les organismes non cibles, spécialement l'homme.

2) Il devrait être très toxique pour les organismes cibles.

3) Il devrait avoir une action rémanente limitée et contrôlable afin de minimiser le risque que les insectes deviennent résistants.

---

[a] par ex. Compendium des produits antiparasitaires homologués au Canada, Agriculture Canada, Ottawa.

4) Il devrait être relativement peu coûteux et être produit et vendu au Canada.

Bref, l'insecticide idéal pour l'élimination des insectes piqueurs sur une grande échelle devrait être acceptable des points de vue écologique et économique en plus d'être produit au Canada. Cependant, du fait de lacunes déjà anciennes en entomologie médicale et économique et en raison du manque d'initiative du secteur industriel, la production d'insectifuges et de pesticides (y compris les agents de lutte microbiologique) n'est pas très importante au Canada.

Bien que l'industrie pétrochimique canadienne progresse constamment, les pesticides synthétiques employés au Canada contre les vecteurs de maladies sont importés. De plus, toutes ces préparations ont pour origine des recherches menées en entomologie économique et non médicale. On estime qu'actuellement la mise au point d'un insecticide coûte entre 4,5 et 10 millions de dollars. Le marché canadien étant limité, les fabricants ne sont pas assurés de recouvrer leur investissement ni de couvrir les frais de production. Il faudrait cependant prendre en considération le fait que cette production satisferait à la demande canadienne en pesticides chimiques et en agents de lutte biologique contre les insectes piqueurs et pourrait être exportée.

En raison essentiellement du coût des études toxicologiques et des autres recherches nécessaires, l'industrie agrochimique internationale ne propose maintenant que peu de nouveaux composés, mais on fait des efforts considérables pour améliorer les formulations déjà connues. Ainsi, on fonde de grands espoirs sur les composés à libération lente, en particulier les larvicides, grâce auxquels les organismes cibles sont exposés à des doses moins élevées qu'avec les anciennes formulations, mais pendant des périodes plus longues.

Par ailleurs, les recherches sur la purification et la synthèse des hormones d'insectes ont permis de mettre au point des pesticides qui agissent sur la croissance: le méthoprène (ALTOSID) et le diflubenzuron (DIMILIN) en sont des exemples. Les produits de ce genre sont d'un grand intérêt.

Adulticides

Les adulticides sont des produits chimiques qu'on applique sous forme de brouillards, de vaporisations à effet rémanent ou de formulations à volume ultra-faible (VUF). Les brouillards, produits mécaniquement, sont des particules microscopiques qui flottent dans l'air. En général les produits chimiques appliqués sous forme de brouillard n'ont pas vraiment d'effet rémanent, car ils ne forment pas de dépôt sur le substrat. Certains produits sont dangereux pour certaines espèces non cibles, notamment des insectes utiles comme l'abeille (C.N.R.C., 1981). Il faut les appliquer tôt le matin ou tard dans la soirée, soit lorsque les

organismes non cibles sont moins actifs. L'application d'un brouillard insecticide permet de réduire passablement les populations d'insectes volants comme les moustiques et les mouches noires, mais cet effet ne dure parfois que quelques jours. On a testé certains produits toxiques à effet rémanent en les appliquant directement à la surface de vêtements ou sur des animaux. Certains nouveaux pyréthroïdes (par ex. perméthrin) se sont révélés efficaces contre les moustiques et les mouches noires lorsqu'on en a fait l'essai sur des sujets humains et des animaux (Lindsay et coll. 1979; Shemanchuk, 1981). Les permis autorisant l'utilisation expérimentale du perméthrin chez l'homme sont actuellement "suspendus" au Canada, car des études américaines indiquent que ce produit pourrait avoir des effets oncogènes secondaires chez les animaux de laboratoire.

Larvicides

Les larvicides utilisés contre les moustiques se présentent notamment sous forme de pellicules huileuses (contenant ou non un insecticide) qu'on répand à la surface de l'eau, de concentrés émulsifiables solubles dans l'eau ou de particules toxiques agissant par ingestion. Les produits chimiques sont appliqués manuellement, parfois sous forme de composés à libération lente (par ex. TOSSITS), ou au moyen d'un appareil aéroporté ou déplacé au sol. Les larvicides utilisés contre les mouches noires se présentent sous forme de solutions à l'huile ou de concentrés émulsifiables. On teste en outre des préparations à base de particules, formulations moins dommageables pour les organismes non cibles, mais qui restent efficaces contre les insectes nuisibles (Helson et West, 1978; Sebastien et Lockhart, 1978), car les larves d'insectes piqueurs sont des organismes filtreurs. Les composés polaires comme le méthoxychlore sont adsorbés sur la matière en suspension dans les eaux turbides, formant ainsi des particules naturelles (Fredeen et coll. 1975). Les larvicides ne sont pas très utilisés pour éliminer les autres types d'insectes piqueurs comme les taons et les brûlots, car dans l'habitat où se développent les larves de ces espèces, leur application pose certains problèmes.

Insectifuges et attractifs

Nous avons besoin d'insectifuges qui soient durables, inodores, inactifs sur le plastique, inoffensifs pour l'utilisateur, etc. En outre, il doit être possible d'éloigner la plus grande variété possible de moustiques et de mouches noires au moyen d'un seul type de formulation. Actuellement, on les applique généralement sur la peau ou sur les vêtements. Plusieurs des insectifuges couramment employés dissolvent le plastique lorsqu'ils sont concentrés et peuvent endommager la glace protectrice des cadrans d'instruments, les tissus synthétiques, etc. De plus, comme ils ne font que protéger des piqûres sans tuer les insectes, ces cerniers s'assemblent quand même en nuées autour du sujet, souvent près de la tête.

Même si l'on emploie du diéthyltoluamide (par ex. 'OFF'), le plus efficace des insectifuges actuels, il faut souvent répéter les

applications sur la peau aux deux ou trois heures; son action est beaucoup plus durable lorsqu'on l'applique sur les vêtements. Aux Etats-Unis (USDA), on a évalué des milliers de produits de remplacement, mais jusqu'ici, aucun produit supérieur au diéthyltoluamide (deet) n'a été mis sur le marché. Actuellement l'application d'insectifuges est le seul moyen efficace de protection contre les tabanidés. De nouvelles études fondamentales sur le comportement et les organes sensoriels des insectes, etc. devront être effectuées.

Aux Etats-Unis principalement, on a fait des recherches considérables sur un insectifuge administré par voie orale, mais sans grand succès. Au Canada, Kingscote (1952) a étudié les propriétés insectifuges de nombreux composés d'usage courant, les testant contre les moustiques en les administrant par voie orale à des personnes et à des animaux de laboratoire, mais aucun d'entre eux ne s'est révélé efficace.

La découverte d'un attractif à insectes piqueurs efficace à 90% serait un immense progrès. On pourrait utiliser ce produit pour attirer les insectes vers un adulticide, ce qui éviterait l'épandage de larvicides et d'adulticides sur de grandes étendues. On a fait des recherches considérables pour mettre au point ce genre d'attractif, mais comme on ne connaît encore aucun composé vraiment efficace, les recherches fondamentales doivent être poursuivies.

Nous avons aussi besoin de données de base sur les effets de divers insecticides sur le comportement d'espèces précises d'insectes piqueurs. Ces données permettraient de détecter l'apparition de mécanismes de résistance dès le début et de modifier les insecticides en conséquence.

Il existe de nombreux guides et ouvrages de référence sur l'élimination des insectes piqueurs; on peut se les procurer à divers endroits, notamment, aux laboratoires du ministère fédéral de l'Agriculture, au Canada Biting Fly Center à Winnipeg (Manitoba), aux bureaux des gouvernements provinciaux et dans les universités.

3.2 MESURES INNOVATRICES ET LUTTE INTEGREE

Jusqu'à tout récemment, la "lutte biologique" contre les insectes piqueurs se résumait, sur le plan pratique, à l'utilisation de poissons larvivores contre les moustiques immatures. Ainsi, on a introduit dans les pays chauds, *Gambusia affinis*, un poisson originaire du sud des Etats-Unis. Dans les étangs d'eau chaude sulfureuse de Banff (Alberta), on a entrepris il y a 55 ans un combat qui dure toujours contre *Culiseta incidens* (Mail, 1954) en important 600 poissons de la Californie en 1925. Plus récemment, on a obtenu l'autorisation d'introduire des épinoches (*Gasterosteus* sp.) dans les cours d'eau de la vallée du Fraser (C.-B.) pour faire des essais en milieu naturel, car ils ont donné en laboratoire

d'excellents résultats contre les larves de moustiques qui apparaissent dans les eaux de crue (Regan et Rosberg, 1980). Les nombreux poissons larvivores de genres et d'espèces divers originaires d'autres régions boréales offrent un choix varié pour poursuivre les expériences dans cette voie au Canada (Gerberich et Laird, 1968; Dubitskii, 1973).

Récemment, on a étudié en milieu naturel un grand nombre d'autres prédateurs des larves de moustiques et certains ont donné des résultats intéressants (AMCA, 1982). C'est le cas d'un plathelminthe du genre *Dugesia* étudié à London (Ontario): il peut en effet survivre durant l'hiver dans les puisards de cette région et réduire les populations de *Culex pipiens* et *C. restuans* dans une proportion pouvant atteindre 70% (George, 1978).

En Colombie-Britannique, le public s'est intéressé à la lutte biologique contre les moustiques adultes lorsqu'on a installé des nichoirs à hirondelles sur le bord des marais salés de Richmond, près de Vancouver, dans l'espoir d'augmenter le nombre de prédateurs naturels d'*Aedes dorsalis*. On n'a pas encore évalué l'efficacité de cette mesure (communication personnelle de Belton, 1980), mais jusqu'ici, les expériences similaires tentées avec des libellules (Lamborn, 1980), des chauves-souris (Campbell, 1925) et des oiseaux insectivores n'ont guère donné de résultats.

On s'intéresse de plus en plus à l'emploi de produits microbiologiques contre les moustiques (Laird, 1978a; AMCA, 1982) et les mouches noires (Laird, 1978b et 1981). Cet intérêt vient du fait qu'on a observé une résistance croissante des insectes piqueurs nuisibles et des vecteurs aux pesticides organiques synthétiques en plus des effets néfastes pour la santé et l'environnement qu'a entraîné ces dernières années l'application indue de certains produits chimiques et plus particulièrement d'hydrocarbures chlorés persistants.

Les progrès récemment accomplis dans la recherche de nouveaux moyens d'élimination des vecteurs ont abouti à l'utilisation réunie de régulateurs de la croissance des insectes (RCI), comme le ALTOSID, et des produits d'origine microbienne, à base par exemple de *Bacillus thuringiensis* var. *israeliensis* (B.t.H-14) (couramment appelé Bti); ces produits semblent très prometteurs pour la lutte contre les moustiques et les mouches noires et Chapman et coll. (1979) soulignent en outre que les éléments d'origine microbienne utilisés dans les programmes de lutte intégrée sont acceptables du point de vue de la protection de la santé publique et de l'environnement. Les nématodes mermithidés auront certainement une place importante dans les programmes de lutte intégrée contre les moustiques et les mouches noires. Le mermithidé des eaux chaudes *Romanomermis culicivorax* est, de l'avis général, le meilleur agent de lutte biologique contre les culicidés. On le produit en très grande quantité *in vivo* depuis plus de dix ans, notamment à la Gulf Coast Mosquito Research du département américain de l'agriculture à Lake Charles (Louisiane); on a également produit en laboratoire des *Romanomermis nielseni*, mermithidés

des eaux froides des montagnes du Wyoming, un agent de lutte biologique qui pourrait être utile contre les moustiques du Canada (Finney et Mokry, 1980). On a aussi beaucoup étudié les mermithidés parasites des mouches noires au Canada (Colbo et Porter, 1980) et ailleurs (Finney, 1981), mais en raison des problèmes que pose l'élevage des hôtes en laboratoire, on n'a pu jusqu'ici les produire *in vivo* en quantités comparables à ce qu'on réalise maintenant avec *Romanomermis culcivorax* avec lequel on en est presque au stade de la commercialisation grâce à la production *in vivo*.

Dans leur rapport sur les essais en milieu naturel réalisés à Terre-Neuve pour étudier les effets de l'hormone juvénile artificielle ALTOSID contre les mouches noires immatures (*Simulium venustum/verecundum*), Thompson et Adams (1979) ont indiqué que 93.8-99.1% des sujets sont morts au stade de pupe dans les cours d'eau traités à l'ALTOSID PS10 à raison de 25 ou 50 $\mu g.L^{-1}$ pendant 30 minutes à intervalles de 14 jours. Ce RCI est très peu toxique pour les vertébrés (Anon. 1975) et pourrait présenter une forte spécificité. On pourrait accentuer davantage cette dernière propriété en incorporant le produit dans des microcapsules sensibles à l'alcalinité qui seraient ingérées par les larves de mouches noires (Thompson et Adams, 1979). En plus de ces propriétés, l'ALTOSID PS10 a l'avantage de se décomposer rapidement en milieu naturel, ce qui en fait, avec d'autres RCI, un produit très intéressant pour la lutte contre les insectes piqueurs. Dans la recherche de moyens de lutte intégrée hautement sélectifs, les RCI sont très intéressants, car les résultats des travaux de Finney et coll. 1977) montrent que l'utilisation simultanée d'ALTOSID 5E et de *Romanomermis culicivorax* contre les larves d'*Aedes aegypti* est beaucoup plus efficaces que ne le sont chacun des deux agents séparément, déjà considérés comme efficaces.

Actuellement toutefois, c'est le Bti qui vient en tête sur la liste des produits d'origine microbiologique qui pourraient servir dans la lutte contre les moustiques et les mouches noires. Des produits à base de Bti sont maintenant vendus aux Etats-Unis et sortiront bientôt sur le marché en Europe de l'ouest. En République populaire de Chine, on en produit aussi à grande échelle pour étudier leurs effets en milieu naturel sur les anophèles ainsi que sur d'autres moustiques vivant à la surface de l'eau (Yu et Dai, 1980). Les formulations à base de Bti sont très acceptables du point de vue de la protection de la santé de de l'environnement (Angus, 1978; Chapman et coll. 1979; de Barjac et coll. 1980; Colbo et Undeen, 1980) et les publications qui traitent de ce sujet sont de plus en plus nombreuses (les articles sur cette question abondent dans les parutions du Mosquito News de la fin des années soixante-dix). Undeen et Nagel (1978), Undeen et Colbo (1980) et Colbo et Undeen (1980), mentionnent avoir obtenu des résultats encourageants lors de leurs études en laboratoire et en milieu naturel des effets du Bti sur des mouches noires du stade larvaire, à Terre-Neuve.

Colbo et Undeen (1980) signalent que dans un petit cours d'eau de Terre-Neuve, plus de 93% des larves de *Simulium venustum* s.l. sont

mortes des suites de traitements au Bti et qu'on n'a observé aucune diminution notable directement attribuable au traitement chez les principaux organismes non cibles du milieu traité. Parmi ces derniers, on compte les trichoptères hydropsychidés, qui regroupent un grand nombre de prédateurs naturels des mouches noires immatures, et beaucoup de chironomidés (dont s'alimentent certains poissons).

A Terre-Neuve en 1980, l'application de Bti SANDOZ 10^5 spores $.mL^{-1}$, traitement de 1 min.) a permis d'éliminer les larves de mouches noires dans un cours d'eau sur au moins 400 m en aval du point de traitement (communication personnelle de Finney, 1981). En 1980, un service de recherche de l'Université Memorial (Research Unit on Vector Pathology) a entrepris des essais sur une échelle moyenne en milieu naturel pour étudier l'efficacité du Bti contre les mouches noires dans une petite agglomération de Terre-Neuve. Cette étude a montré que le Bti peut être aussi efficace contre les larves de simuliidés que les composés organiques synthétiques utilisés auparavant, son action sur les insectes non cibles étant par contre nul ou presque (communication personnelle de Colbo, 1981).

En 1981 dans l'ouest du Canada, on a fait l'évaluation préliminaire du Bti SANDOZ: les larves de mouches noires sont disparues sur plus de 700 m dans une rivière des Prairies (communication personnelle de Chance, 1981).

Couch et coll. (1979) ont récemment repris la description d'un champignon pathogène des tabanidés ukrainiens qu'ils ont identifié comme étant *Tabanomyces milkoi*. On n'a pas encore réussi à le cultiver, mais des recherches à cet effet sont actuellement en cours à Kiev (U.R.S.S.). On pense qu'il pourrait constituer un agent biologique efficace contre les taons et les chrysops au Canada. *Coelomomyces*, un champignon indigène au Canada, a donné des résultats intéressants lors d'études sur l'infection des moustiques réalisées ces dernières années (Shemanchuk, 1977; Taylor et coll. 1980; Zebold et coll. 1979). Des études préliminaires effectuées dans la région d'Edmonton (Alberta) ont montré que les infections par *Coelomomyces* sont très fréquentes chez les formes larvaires et adultes de moustiques. L'infection touchait jusqu'à 75% de la population de moustiques dans certains lieux (communication personnelle de Taylor, 1982).

3.3 MODIFICATION DU MILIEU

Dans les régions habitées, on peut résoudre en permanence les problèmes occasionnés par les moustiques en asséchant ou en remplissant les petits plans d'eau qui leur servent d'habitats; des opérations d'amélioration du terrain ne visant aucunement l'élimination des insectes piqueurs donnent souvent ce résultat. Ce fut le cas en Colombie-Britannique où l'on a asséché un certain nombre de marais salés (Byrne, 1975). Il faudrait étudier les effets que pourraient avoir ces méthodes

d'élimination sur les aquifères et consulter les autorités municipales ou provinciales avant de modifier le drainage. Comme on l'a vu au cours des opérations d'élimination des espèces d'*Anopheles* vectrices du paludisme sous les tropiques, l'observation attentive de l'habitat d'une espèce donnée peut renseigner sur les changements, parfois minimes, à opérer dans le milieu pour rendre certains étangs plus ou moins propices au développement des larves (Williamson, 1949). On n'a pas encore vraiment tiré partie de cette méthode au Canada, mais Hearle (1926) a obtenu de bons résultats avec l'aménagement de vastes réseaux de fossés et de digues visant à réduire l'étendue des lieux de reproduction des moustiques durant la crue dans la vallée du bas Fraser. En aménageant des réservoirs, on peut détruire les habitats de larves de moustiques du genre *Aedes*, s'ils ne sont pas trop étendus (Anon. 1947); on peut faire de même en modifiant le niveau de l'eau (par ex. en l'abaissant, pour que les larves se déposent sur les berges) ou en limitant la végétation (Anon. 1947). On a trouvé dans des étangs de la Colombie-Britannique des plantes aquatiques d'eau douce capables de libérer des substances toxiques qui influent sur le développement et la survie des moustiques immatures et éloignent les femelles prêtes à pondre. Fait à considérer dans la lutte biologique au moyen d'espèces prédatrices, la simple présence de plantes aquatiques dans un étang peut avoir un effet déterminant sur l'abondance des prédateurs (Angerilli et Beirne, 1974 et 1980; Angerilli, 1980).

Il est important d'éliminer, dans la mesure du possible, tous les habitats artificiels tels que barils, boîtes de conserve, pneus remplis d'eau, etc., car ils sont propices au développement de culicidés vecteurs de maladies.

Dans le cas des mouches noires, tout changement de l'écoulement peut éliminer ou entraîner la substitution d'une espèce par une autre. Ainsi dans la rivière Saskatchewan, *Simulium arcticum* a été remplacé par *S. luggeri* après qu'on y eut construit un barrage hydro-électrique (Fredeen, 1977b). En effet, le régime du cours d'eau étant modifié, des macrophytes pu s'y établir d'où le changement survenu dans les populations de mouches noires (Fredeen, 1977b). Dans ce cas particulier, une espèce dont la salive est très allergène pour le bétail a été remplacée par une autre, moins nuisible. Cette dernière est cependant multivoltine (la première était univoltine), ce qui en complique l'élimination. La modification de l'écoulement a aussi favorisé la prolifération de *S. vittatum* qui s'attaque au bétail et parfois à l'homme, et de *S. meridionale*, qui pique aussi les oiseaux. Par ailleurs, le phytoplancton qui a envahi bon nombre des petits réservoirs aménagés dans le sud de l'Ontario est une source de nourriture pour les larves de mouches noires en aval, de sorte que l'espèce *Similium vittatum* infecte maintenant des régions d'où elle était auparavant absente (communication personnel de Hynes, 1981).

Jusqu'ici au Canada, l'aménagement de réservoirs a surtout favorisé la prolifération des mouches noires, mais avec une planification adéquate et une connaissance suffisante des lieux, il pourra être possible de choisir l'emplacement des barrages de façon à éliminer certains des habitats favorables au développement des larves.

4.0 EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

4.1 EFFETS DES INSECTICIDES A LARGE SPECTRE D'ACTION SUR LES ORGANISMES NON CIBLES

Lorsqu'on détruit un habitat propice au développement des moustiques en l'inondant, en l'asséchant ou en le modifiant d'une manière ou d'une autre, des organismes non cibles sont également touchés. De même, certains insecticides employés pour éliminer les moustiques suppriment également d'autres arthropodes. Cependant, ces produits n'étant habituellement appliqués que dans des secteurs limités, leurs effets secondaires sont plutôt mineurs. Par contre, les programmes d'élimination des larves touchent de plus grandes étendues et on y fait appel depuis le début des années trente de Winnipeg jusqu'à l'Île de Vancouver. Sur la côte est (West, 1961) et en Colombie-Britannique, la coupe du bois continue de nécessiter l'élimination des insectes piqueurs adultes, ce qui occasionne en même temps des pertes chez d'autres arthropodes. D'après les résultats encourageants obtenus avec les nouvelles méthodes, notamment, l'emploi de bactéries, de champignons, de mermithidés et de RCI artificiels, il serait possible de lutter contre les moustiques en touchant directement très peu les autres organismes (Mulla et coll. 1975, 1979; Shemanchuk, 1977; Chapman et coll. 1979, Zebold et coll. 1979).

Au début, on a utilisé le dichloro-diphényl-trichloréthane (DDT) pour éliminer les mouches noires. Le DDT était efficace contre les mouches noires, mais il persistait très longtemps dans l'environnement[a] et était très toxique pour d'autres formes vivantes. Au Canada l'emploi de DDT est interdit sauf dans quelques cas depuis 1970, mais il subsiste une certaine crainte au sujet de ses effets sur l'environnement (Gardner et Bailey, 1975; Wallace et Hynes, 1975). On utilise maintenant le méthoxychlore pour lutter contre les mouches noires. Fredeen (1977c) et Wallace et Hynes (1981) ont commenté les réalisations faites dans ce domaine.

Les insecticides sont adsorbés sur les particules en suspension dans l'eau. Cette propriété s'est avérée un atout majeur dans la lutte contre les mouches noires, car au stade larvaire, ces dernières se nourrissent par filtration de particules en suspension. Fredeen et coll. (1953 et 1975) retracent les événements qui ont mené à cette découverte. Comme le souligne Muirhead-Thompson (1971), les effets d'un insecticide dépendent non seulement de sa toxicité, mais aussi de l'écologie et du comportement des organismes cibles. Il importe donc d'en faire l'essai

---

[a] C'est en tirant parti de cet "inconvénient" que l'OMS a réussi à supprimer en très grande partie le paludisme au niveau mondial en faisant vaporiser du DDT, de façon soigneuse et en veillant à obtenir une action résiduelle, sur les murs intérieurs des habitations des régions infestées durant les années soixante.

en milieu naturel; Fredeen (1969b, 1975) fut un pionnier dans ce domaine au Canada; nous devons à Dejoux (1975) d'avoir poussé plus loin les recherches en Afrique occidentale.

On s'est vite aperçu que le DDT avait des effets très néfastes sur les organismes non cibles (Wallace et Hynes, 1981). Le méthoxychlore est beaucoup moins dommageable et le ABATE (téméphos) l'est encore moins (Wallace et coll. 1973; Wallace et Hynes, 1975; Dejoux et Elouard, 1977; Helson et West, 1978; Flannagan et coll. 1980a, b). Malheureusement, le ABATE est moins efficace à basse température (Back et coll. 1979). Il est donc moins utile ici comme larvicide contre les mouches noires, même s'il s'est avéré des plus efficaces pour traiter plus de 700,000 km^2 pendant 20 ans en Afrique occidentale dans le cadre du programme de lutte contre l'onchocercose de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) (Lévêque et coll. 1977).

Au Canada, on a fait des essais à grande échelle pour protéger les bûcherons dans l'est (West, 1961) et le bétail dans l'ouest (Fredeen, 1975; Haufe, 1980). Même dans les débuts, lorsqu'on utilisait de DDT, la faune se rétablissait quoique généralement après un intervalle assez prolongé. En zone tempérée, une ou deux applications par année suffisaient généralement, soit parce qu'il n'était nécessaire de faire disparaître les insectes que temporairement, comme c'est le cas pendant la coupe de bois, ou parce que les mouches ne réapparaissent pas rapidement, l'intervalle entre deux générations étant assez prolongé chez les simuliidés. Par conséquent, les dommages environnementaux limités et temporaires qu'entraînaient ces opérations étaient acceptables. Par contre, dans les pays tropicaux la question est différente, car dans ces régions le cycle de reproduction des mouches noires est court et continu (Jamnback, 1976), mais heureusement, il est possible d'employer l'insecticide ABATE. Cependant, on a constaté en 1981 que des mouches noires étaient résistantes à ce produit en Côte d'Ivoire (Guillet et coll. 1981).

L'application d'un insecticide dans un cours d'eau peut d'abord entraîner une augmentation rapide du nombre d'invertébrés à la dérive, l'effet du traitement étant maximal à différents moments selon l'espèce considérée. L'échantillonnage des organismes à la dérive par prélèvement au filet est donc très utile pour contrôler les effets immédiats du traitement. Pour l'étude des effets à long terme, on a recours à des substrats artificiels et à l'échantillonnage du benthos (Fredeen, 1975). Il semble qu'une bonne partie des organismes benthiques qui sont à la dérive durant le traitement soient voués à la mort (Wallace et Hynes, 1975; Dejoux, 1977b). Les crustacés et les chaoboridés planctoniques qui vivent dans les eaux dormantes en bordure des cours d'eau sont également emportés à la dérive (Samman et Pugh Thomas, 1979). Des poissons sont morts ou ont perdu des facultés vitales lors de tests réalisés en aquarium à cause de l'effet indirect de pesticides persistants accumulés biologiquement ou par suite de l'effet direct de composés hautement toxiques, mais les produits actuellement utilisés contre les mouches

noires (ABATE, méthoxychlore) n'ont eu, lors d'applications sélectives, aucun effet délétère significatif. Pour être en mesure de déterminer de façon définitive leurs effets sur l'environnement, il faut obtenir des données précises sur les relations de cause à effet entre les organismes à la dérive dans un cours d'eau (y compris ceux qui "normalement" sont à la dérive) et l'ensemble des organismes et l'application d'agents d'élimination des larves de mouches noires; il faut aussi raffiner le contrôle de ces phénomènes, par exemple en améliorant les méthodes d'échantillonnage.

Les organismes qui survivent ne sont probablement pas très gravement touchés, mais en fait nos connaissances sur les effets sublétaux des traitements sont très limités. Actuellement, on peut montrer que l'application de DDT ou de méthoxychlore entraîne presque toujours, dans le premier cas, ou généralement, dans le second, une diminution de la biomasse du benthos (par ex. Burdick et coll. 1974). Les méthodes d'échantillonnage du benthos sont très imprécises et l'on ne connaît pas encore vraiment l'importance des migrations ascendantes qui peuvent s'y produire (Dejoux et Troubat, 1974; Wallace et Hynes, 1981). Les organismes ne sont jamais tous prélevés, de sorte qu'il est difficile d'évaluer les résultats des opérations de contrôle.

Lorsqu'on traite un cours d'eau, les populations se rétablissent après un certain temps; on attribue ce phénomène à l'arrivée d'organismes à la dérive des parties non traitées, au retour d'individus de la couche hyporhéique et à l'éclosion des oeufs. Cependant, il est probable qu'aucun cours d'eau ne puisse vraiment recouvrer son état initial après des traitements répétés. T.R. Williams (communication personnelle, 1970) signale que dans un cours d'eau de l'ouest de l'Ouganda, l'application répétée de DDT a réduit la faune à quelques espèces, probablement résistante à cet insecticide.

De tels phénomènes ont été notés au Canada (Fredeen, 1975 et 1977c) et ailleurs (Wallace et Hynes, 1981). Cependant, dans la zone du programme de lutte contre l'onchocercose (OMS) en Afrique occidentale, où l'on n'utilise que l'insecticide ABATE, il s'est avéré très difficile de s'assurer d'une diminution de la biomasse du benthos (Lévêque et coll. 1977) ou du plancton des eaux dormantes (Samman et Pugh Thomas, 1979). En outre, les poissons n'ont apparemment pas été touchés, même si le traitement était répété de façon hebdomadaire pendant des périodes prolongées (Lévêque et coll. 1977; Abban et Samman, 1980). Des tests en laboratoire ont montré cette absence d'effet chez les poissons, mais on a néanmoins observé comme en milieu naturel, une réaction initiale suivie du rétablissement.

Dans les cours d'eau de l'Afrique occidentale, l'application initiale d'ABATE entraîne l'apparition d'un assez grand nombre d'organismes à la dérive et les populations d'invertébrés baissent dans une proportion mesurable (Dejoux, 1977a). Ces résultats peuvent être dus à l'application de doses trop élevées en période d'écoulement faible, mais

même si le traitement est répété à toutes les semaines, la faune finit par se rétablir. En effet, la faune composée apparemment des mêmes espèces qu'à l'origine, revient à sa densité initiale et les poissons ne semblent pas affectés (Lévêque et coll. 1977). En fait, même l'important volume d'ABATE déversé par accident dans la Volta Noire suite à l'écrasement d'un avion n'a eu sur les invertébrés que des effets qui, bien que graves, n'ont été que de courte durée, les poissons n'étant apparemment pas affectés (Elouard, 1975).

De même au Canada, les premières applications de méthoxychlore ont entraîné l'apparition de quantités massives d'organismes à la dérive (Wallace et Hynes, 1975; Flannagan et coll. 1980a, b). Cependant, on ne s'accorde pas encore sur la durée des effets de ce produit dans le cas, par exemple, de la rivière Athabasca (Haufe, 1980). L'application de méthoxychlore pendant une douzaine d'années quelque temps auparavant dans la rivière Saskatchewan n'a pas produit de baisse de population générale chez les invertébrés ou les poissons (Fredeen, 1977c, 1981). En fait, même après qu'on ait augmenté le traitement à plusieurs applications par année à cause des invasions massives de *S. luggeri*, les échantillons prélevés au fond de l'eau indiquaient que la faune du benthos avait augmenté en nombre et en espèces (communication personnelle de Fredeen, 1980) (Tableau 4-1). Rappelons qu'il est toujours beaucoup plus difficile d'échantillonner de façon satisfaisante un grand qu'un petit cours d'eau (Westwood et Brust, 1981).

On a remarqué que les simuliidés peuvent devenir résistants au DDT en Amérique du Nord (Jamnback et West, 1970) et en Afrique occidentale (Quélennec et Vervent, 1970).

Si l'on en juge d'après la réaction des moustiques aux insecticides chimiques, les mouches noires pourraient devenir résistantes à d'autres pesticides organiques synthétiques. On a récemment montré (Guillet et coll. 1981) que les premiers signes de résistance à l'insecticide ABATE sont apparus en Afrique occidentale (rivière Bandama dans la zone forestière de la Côte d'Ivoire) six ans après le début des opérations d'élimination de *Simulium damnosum* s.l. dans le cadre du Programme de lutte contre l'onchocercose. Ce phénomène est inquiétant, car il n'existe aucun substitut organique synthétique de l'ABATE qui soit aussi acceptable du point de vue de la protection de l'environnement, les tests ayant montré que le chlorphoxime[a], un produit qui semblait prometteur, est écologiquement plus dommageable, en particulier pour les poissons (Dejoux et Troubat, 1976). Actuellement, les recherches

---

[a] Dans la zone de résistance de la Côte d'Ivoire, on a remplacé le ABATE par le chlorphoxime bien qu'il soit plus dommageable du point de vue écologique. On a également constaté que les vecteurs de l'onchocercose visés sont aussi résistants au chlorphoxime (OMS par James W. Miles, Center for Infectious Diseases, Atlanta, Georgia (E.-U.), décembre 1981).

Tableau 4-1. Nombre d'invertébrés aquatiques prélevés avec un filet Surber sur le lit des rivières Saskatchewan Nord et Sud près de leur confluence, au nord de Kinistino (Saskatchewan), après des applications annuelles de méthoxychlore contre les larves de mouches noires[a].

Année Dates d'échantillonnage	1977 3, 10 et 17 août	1978 8, 15 et 22 août	1979 7, 14 et 28 août
Mollusques	90	60	34
Crustacés		140	2140
Malacostracés		11	30
Acariens	3700	3870	9440
Insectes, Ephéméroptères	1690	1850	5180
Odonates		1	40
Plécoptères		30	82
Hémiptères	40		40
Trichoptères	5400	9510	16140
Diptères	11400	5150	28410
Nombre de taxons	22	27	32

[a] On a prélevé 5 échantillons de 100 po^2 (645 cm^2) dans chaque rivière aux jours indiqués. On a fait le dénombrement détaillé du dixième de chacun des groupes d'échantillons, le résultat étant multiplié par 10 sauf dans le cas des organismes de grande taille comme les écrevisses (Malacostracés) qu'on a dénombrés à partir de l'ensemble des échantillons.

progressent rapidement dans le domaine de la lutte biologique contre les mouches noires. Comme on l'a mentionné auparavant, le Bti, actuellement en tête de liste parmi les insecticides, a été reconnu si rapidement et si récemment que les résultats des travaux dont il a fait l'objet n'étaient pas encore publiés lorsque Laird (1978) a fait la revue de la littérature traitant de cette question. Undeen et Nagel (1979), Undeen et Berl (1979), Undeen et Colbo (1980), Undeen et coll. (1980), et Finney (Communication personnelle, 1981) ont mis en évidence le potentiel du Bti contre les mouches noires dans l'est du Canada, en Côte d'Ivoire et au Guatemala. En Afrique occidentale lors d'essais sur le terrain financés par l'OMS, on a obtenu des résultats indiquant de très grandes possibilités pour cette souche contre les larves de *Simulium damnosum* (voir De Barjac (1980), au sujet des garanties sur la sûreté de ce produit pour la santé et l'environnement acceptées par l'OMS, et Colbo et Undeen (1980), pour des données obtenues à Terre-Neuve sur l'absence de danger pour les organismes non visés des cours d'eau exposés au Bti). Les RCI pourraient également être intéressants (Thompson et Adams, 1979).

De toute évidence, l'élimination totale des mouches noires (qui n'est d'ailleurs pas le but de la lutte contre les vecteurs!) ne serait pas sans effets secondaires sur l'environnement. Les simuliidés forment une famille ancienne et sont très répandus. Ils sont très bien adaptés au milieu des eaux courantes et y occupent une niche écologique unique en son genre. Ils y sont donc abondants et constituent une proportion importante de la biomasse et de la production des cours d'eau. En outre, leur fonction dans la communauté écologique ne peut être que partiellement remplie par d'autres espèces animales. Ils se nourrissent de petites particules en suspension dans l'eau, notamment des algues et des produits de la décomposition des feuilles. On a montré qu'ils convertissent ainsi d'importantes quantités de matière, l'intégrant à leur propre organisme ou l'éliminant sous forme de petites particules de matières fécales qui se déposent au fond de l'eau. Ils constituent de la sorte une source de nourriture pour les autres animaux et jouent un rôle très important dans le processus dit de "spiralisation" des éléments nutritifs dans l'écosystème (Wallace et Merritt, 1980). Dans la "spiralisation" des éléments nutritifs, la production biotique serait beaucoup plus réduite et sans l'intervention des mouches noires, ce processus serait beaucoup moins efficace.

Chapman et coll. (1979) ont récemment étudié les conséquences néfastes de la lutte contre les vecteurs sur l'environnement. Si l'on en juge d'après leurs conclusions et le fait que l'on tend à recourir à des moyens de lutte de plus en plus sélectifs contre les vecteurs, il semble qu'on puisse espérer parvenir à éliminer les mouches noires par des moyens dont les effets délétères pour les organismes non visés seraient minimes. Cependant, comme toute forme de modification d'un milieu naturel (y compris les habitats où se développent les larves d'insectes piqueurs) peut entraîner des rajustements écologiques, tout programme d'élimination des insectes piqueurs devrait nécessairement comporter une analyse détaillée des coûts et avantages.

4.2 PERSISTANCE DES RESIDUS DE PESTICIDES

Contrairement au DDT, il ne semble pas qu'il y ait bio-concentration des résidus de méthoxychlore. Kapoor et coll. (1970) ont montré que, chez les poissons, la teneur en méthoxychlore est en équilibre dynamique avec la concentration du milieu. Le méthoxychlore se décompose rapidement sous l'action des oxydases et oxygénases multifonctionnelles des tissus vivants (Metcalf, 1972). Les métabolites résultants forment des conjugués solubles dans l'eau qui sont vite éliminés (Kapoor et coll. 1970).

Dans la rivière Saskatchewan, on a détecté, 8 à 9 jours après une application de 15 minutes de 0.309 ppm de méthoxychlore, des résidus de 0.05 à 0.10 ppm dans du sable prélevé 21 à 22 km en aval du point de traitement. On n'a trouvé aucune trace de méthoxychlore dans les échantillons d'eau, de larves d'insectes, de mollusques et de tissus musculaires de trois espèces de poissons prélevés au même emplacement et à la même date. Cependant, on en a trouvé chez 66% des laquaiches aux yeux d'or capturées, ce qui s'explique peut-être par la forte teneur en huile de ces poissons. Aucun des poissons échantillonnés 16 semaines plus tard ne contenait de résidus (Fredeen et coll. 1975).

5.0 FORMATION PROFESSIONNELLE ET INFORMATION DU PUBLIC

L'élaboration de critères pour déterminer quand et où appliquer des mesures de lutte contre les arthropodes vecteurs est une tâche complexe, surtout si l'on tient compte du mode et du niveau de vie des populations humaines. Ces critères ont déjà dû être modifiés et continueront probablement de l'être à mesure que le public prendra conscience des changements qui se produisent dans l'environnement, changements dont certains sont le résultat de mesures de lutte mal planifiées ou exécutées. Parfois, le public est mal informé ou indûment alarmé par des groupes d'environnementalistes radicaux; dans certains cas cependant, ceux-ci font preuve d'un sens critique constructif et peuvent proposer de nouvelles méthodes plus sûres, bien que parfois impossibles à appliquer.

L'élaboration de critères justes est grandement simplifiée lorsqu'il est possible de mettre le public au courant, sans qu'il soit nécessaire pour autant de le faire en termes complexes, des principes sur lesquels sont fondées les méthodes de lutte employées.

La stabilité de ces critères dépend donc de deux facteurs inter-reliés: l'information du public et la formation professionnelle.

5.1 INFORMATION DU PUBLIC

Au Canada, on s'est très peu préoccupé d'informer le public sur les techniques utilisées pour éliminer les vecteurs. Des manuels traitant de la question et s'adressant à des professionnels sont disponibles au ministère de l'Agriculture du Canada et dans les bureaux de certains gouvernements provinciaux (par ex. en Colombie-Britannique, en Alberta, au Manitoba et on Ontario). Lorsque les infestations d'insectes piqueurs sont particulièrement graves, comme il arrive certaines années à Edmonton et Winnipeg, ou lorsqu'il y a une épidémie (par ex. les cas d'infection par SLE en 1975 en Ontario et par WWE en 1977 et 1981 au Manitoba), on informe le public par les médias ou en publiant des brochures sur le sujet (ministère de la Santé et de l'Environnement de l'Ontario, 1979). L'université de Guelph fournit également de l'information sur l'élimination des vecteurs aux propriétaires de maisons (Helson et Surgeoner, 1980).

Le Canada Biting Fly Center à Winnipeg peut jouer un rôle utile en initiant ou en coordonnant la publication d'informations à jour sur la lutte contre les vecteurs. Le public a besoin d'une source d'information objective et fiable sur les raisons qui motivent l'élimination des vecteurs et sur les techniques employées pour ce faire.

5.2 FORMATION PROFESSIONNELLE

La formation professionnelle intéresse les techniciens et les gestionnaires.

5.2.1 TECHNICIENS

Il n'existe aucun programme national de formation pour les personnes s'occupant d'éliminer les vecteurs sur le terrain, mais on donne des cours dans certaines provinces et dans un territoire (Chance, 1980).

En Alberta, les applicateurs de pesticides doivent suivre un cours de formation générale de cinq jours pour obtenir une licence. On donne en outre un cours spécial de deux jours aux applicateurs désirant obtenir le certificat de classe L (moustique et autres insectes piqueurs). Enfin, pour ceux qui s'occupent spécifiquement de l'élimination des vecteurs, on donne une journée de formation sur le terrain; on prévoit rendre cette étape obligatoire pour un ou plusieurs des techniciens formés par secteur de lutte.

En Colombie-Britannique, les applicateurs de pesticides doivent suivre un cours de deux jours pour obtenir un certificat de classe G (moustiques et autres insectes piqueurs).

Au Manitoba, la licence commerciale est accordée au terme d'un cours qu'on donne à peu près tous les deux ans.

En Ontario, des séances d'instruction d'un jour sont données aux candidats désirant obtenir une licence d'exterminateur afin qu'ils puissent revoir la matière qu'ils ont déjà étudiée. Ils doivent aussi passer un examen écrit et oral.

Au Yukon, les collectivités qui participent au programme territorial d'élimination des moustiques peuvent faire suivre aux techniciens ou à leurs surveillants un cours de six heures sur l'application des insecticides.

Enfin, les Forces canadiennes donnent chaque année à Borden (Ontario) aux militaires et aux techniciens civils un cours de deux semaines sur l'élimination des insectes nuisibles où l'on étudie entre autres les principes généraux de l'identification et de l'élimination des insectes piqueurs.

De toute évidence, ces mini-cours ne permettent pas vraiment d'atteindre les objectifs visés. Leur existence même montre qu'on manque de gestionnaires ou de personnes expérimentées pour superviser et diriger les programmes d'élimination. Beirne (1967) fait une analogie juste avec la médecine: idéalement, il faudrait que des spécialistes

diagnostiquent chaque infestation séparément, puis prescrivent les mesures préventives ou correctives nécessaires. En attendant, il serait bon que le Canada Biting Fly Center prépare au moins un cours élémentaire de formation pour les techniciens pratiquant l'élimination des vecteurs.

Même si le Canada Biting Fly Center est situé au centre du pays, il serait impossible d'y former tous les techniciens. De plus, certains des instructeurs qui donnent les cours mentionnés ci-dessus ne sont pas formés pour cette tâche (Chance, 1980). Des installations supplémentaires sont donc nécessaires.

5.2.2. GESTIONNAIRES

Comme dans le cas des techniciens, il n'existe aucune norme nationale sur la formation donnée aux gestionnaires des programmes d'élimination des vecteurs. Néanmoins, les entomologistes employés par les gouvernements provinciaux, territoriaux et les municipalités ont généralement un diplôme en biologie, la plupart du temps spécialisé en entomologies, et certains ont suivi des cours spécialisés sur l'élimination des insectes nuisibles. Souvent, ces spécialistes sont en contact avec des médecins, mais ces derniers connaissent généralement assez peu les vecteurs et les méthodes de lutte ou d'élimination. Malheureusement, quand les épidémies de maladies transmises par des vecteurs sont apparues, il y avait pas ou peu de mesures d'urgences de prévues. Les mesures de lutte ont souvent été adoptées pour des cas particuliers sur les conseils de représentants des maisons de fabrication ou d'épandage de pesticides. L'expérience des gestionnaires qui ont dû combattre les épidémies d'encéphalite qui ont récemment eu lieu en Ontario et au Manitoba devrait servir d'exemple aux autres. Les gestionnaires qui sont bien informés sur la lutte intégrée contre les insectes nuisibles et qui disposent d'un budget suffisant peuvent mettre sur pied des programmes dont l'étape initiale consiste à déterminer de façon précise la densité des populations visées, avant et après le traitement. Dans les régions où les risques de maladies sont élevés, en particulier lorsqu'il s'agit d'affections arbovirales, ils devraient être formés de façon à pouvoir planifier l'échantillonnage des moustiques une fois que ceux-ci ont été correctement identifiés pour y détecter les agents pathogènes endémiques et le prélèvement de sang de vertébrés pour en étudier les anticorps.

Récemment en Ontario, 17 inspecteurs des services de santé ont suivi un cours intensif d'une semaine pendant lequel ils ont travaillé avec une équipe de contrôle des arbovirus dans le sud-ouest de la province. On leur a montré à piéger des moineaux et à prélever des échantillons de sang chez des moineaux et des poulets indicateurs pour les soumettre à des analyses sérologiques. De plus, ils se sont familiarisés avec les méthodes de capture et d'identification des moustiques susceptibles de véhiculer des arbovirus et ont participé à des opérations de lutte.

Le diplôme (Master of Pest Management) (MPM) qu'offre depuis 1973 l'université Simon Fraser est un excellent exemple de formation de base sur les infestations d'insectes nuisibles et l'intégration des différentes méthodes de lutte. Ce cours complet sur les principes et les applications pratiques de lutte contre les insectes nuisibles est suffisamment souple pour être adapté à des besoins particuliers. Ainsi, deux africains de l'ouest (du Togo et du Mali) ont suivi un programme spécial préparé en collaboration avec l'université Memorial de Terre-Neuve (Research Unit on Vector Pathology) pour travailler dans le cadre du programme de lutte contre l'onchocercose de l'OMS (où ils sont employés depuis). Au Canada, dans le domaine de la lutte contre les insectes piqueurs, un entomologiste au service d'un gouvernement territorial, plusieurs agents municipaux s'occupant de l'élimination des vecteurs et un instructeur employé dans un institut provincial ont obtenu le diplôme de MPM, dont on peut obtenir une description détaillée du programme (Anon. 1977).

Les étudiants admis au programme doivent posséder un diplôme en biologie, en agronomie, en foresterie ou l'équivalent. Ils doivent posséder des connaissances de base sur la biologie des insectes, l'écologie, la pathologie végétale, la chimie des pesticides et il est préférable qu'ils aient suivi un cours préliminaire sur l'élimination des insectes. Les étudiants en maîtrise et au doctorat de plusieurs autres universités canadiennes peuvent maintenant choisir comme spécialité certains des aspects de l'élimination des insectes nuisibles.

L'université de Guelph donne des cours de premier cycle très semblables à ceux de l'université Simon Fraser. Le cours d'entomologie médicale (34-411) permet d'obtenir des crédits valables au niveau diplômé. On donne également des cours d'entomologie médicale au niveau diplomé aux universités d'Alberta, de Calgary et du Manitoba. Au collège MacDonald (Université McGill), les étudiants des études supérieures peuvent suivre des cours d'entomologie vétérinaire et médicale et, au premier cycle, un cours sur les insectes nuisibles traite également de l'élimination des insectes (deux autres cours du premier cycle sur l'entomologie économique traitent aussi de certains aspects liés à la santé). A l'université Memorial de Terre-Neuve, un programme d'études supérieures met l'accent sur la lutte biologique contre les mouches noires, les moustiques et les hématozoaires parasites des oiseaux; on donne aussi un cours sur les aspects écologiques de l'entomologie sanitaire à la faculté de génie.

Les personnes intéressées peuvent consulter les nombreux manuels de formation (voir appendice VII.0) qui traitent de ces questions.

6.0 LACUNES ET RECOMMANDATIONS

6.1 ECOLOGIE DES ARBOVIRUS

On connaît encore mal le cycle de reproduction des arbovirus, en particulier en ce qui a trait aux mécanismes qui leur permettent de subsister l'hiver, aux hôtes réservoirs et aux conditions du milieu favorables aux épidémies. Il nous est impossible de prévoir ces dernières sans avoir recours aux données épidémiologiques sur le virus SLE, etc. publiées aux Etats-Unis. Ces renseignements permettent de prévoir les attaques avec quelques semaines d'avance dans certaines régions du Canada.

6.2 INCIDENCE SUR LES ACTIVITES DE L'HOMME

On ne dispose pas de données quantitatives ni d'évaluations qualitatives complètes qui permettent de mesurer l'effet des insectes piqueurs sur les activités de l'homme. A ce jour, on n'a fait que des évaluations descriptives. Pour évaluer l'effet réel des infestations d'insectes piqueurs, il faudra attendre l'élaboration de techniques adéquates (sociologiques) qui tiennent compte des divers aspects liés à la santé, à l'économie (rendement du travail, loisirs, tourisme, développement industriel, etc.) et culturels.

6.3 EFFETS SUR L'ELEVAGE DU BETAIL

Nous n'avons aucun moyen précis de mesurer les conséquences directes ou indirectes des infestations d'insectes piqueurs sur l'élevage du bétail au Canada. Les effets de telles infestations sont en partie liés aux conséquences qu'elles ont sur le bétail même, notamment certaines maladies transmises par les insectes et le stress auquel les animaux sont alors soumis. Ils touchent également les autres secteurs de l'industrie agricole (utilisation des terres, main-d'oeuvre, valeur économique de l'exploitation du potentiel agricole du Nord) et influent sur certains aspects socio-économiques de l'industrie de la production et de la mise en marché (par ex. l'exportation de boeuf et de nombreux autres points). Tous ces facteurs sont fonction du coût des programmes d'élimination, du taux de rendement (en fonction de l'intensité de l'infestation et de la région considérée), des relations hôtes-parasites et probablement de la solidité relative de l'économie locale (ou nationale), etc.

Les techniques qui permettraient de faire les évaluations nécessaires sont donc inadéquates ou inexistantes. Il faudrait mettre au point un modèle complet mettant en rapport les relations hôtes-parasites, la production des hôtes et la mise en marché.

6.4 EFFET SUR LES ANIMAUX SAUVAGES

L'épidémiologie des agents infectieux transmis par des insectes piqueurs aux animaux sauvages (en milieu naturel) est encore inconnue. Pour déterminer la nature d'une relation hôte-parasite donnée, il faut élever en laboratoire les deux groupes d'organismes et vérifier par la suite en milieu naturel les renseignements recueillis durant les expériences (le diagnostic d'une maladie nécessite des données complètes sur l'état de santé des animaux sauvages, leur tolérance, leur réaction, etc. aux i) infections dues à des parasites ou agents pathogènes transmis par des insectes piqueurs et ii) piqûres et attaques incessantes). Il faudrait faire des études à long terme sur le rôle des insectes piqueurs dans l'épidémiologie des maladies transmises aux animaux sauvages.

6.5 LUTTE BIOLOGIQUE

Il faudrait connaître les facteurs de régulation naturelle des populations des insectes piqueurs au Canada pour trouver des méthodes de lutte intégrée efficaces qui comportent le moins de danger possible pour ces facteurs (prédateurs, parasitoïdes et agents pathogènes des insectes).

Il est impératif de faire des études à la grandeur du pays pour trouver de nouveaux agents naturels de régulation des populations d'insectes piqueurs dont on pourrait peut-être faire la commercialisation au Canada et dans les autres pays de la zone boréale. Il est aussi grand temps d'exploiter les agents d'élimination naturelle sûrs et efficaces qu'on connaît déjà (qu'ils soient indigènes ou non). Il faudrait en augmenter la production commerciale et la mise en marché au Canada aussi bien qu'à l'étranger.

6.6 LUTTE CHIMIQUE

Il faudrait pousser les recherches sur l'efficacité des composés à libération lente et des analogues des hormones juvéniles et sur leurs effets sur l'environnement. Pour mettre au point de meilleurs insectifuges et des attractifs plus efficaces pour attirer les moustiques, les mouches noires et d'autres arthropodes piqueurs dans les pièges, il faudrait disposer de données de base plus complètes sur la physiologie du système sensoriel et sur le comportement des insectes piqueurs adultes.

Nous avons par ailleurs besoin de programmes et de techniques de contrôle pour détecter l'apparition de la résistance des insectes à certains insecticides. Pour ce faire, il faut déterminer la CL_{50} pour les principales espèces nuisibles:

i) dans toutes les régions où l'on trouve des insectes nuisibles;

ii) en laboratoire et en milieu naturel;

iii) à tous les stades du cycle reproductif pendant lesquels ils sont exposés aux insecticides.

Ces évaluations sont également nécessaires dans le cas des insectifuges.

6.7 EFFET DES MESURES DE LUTTE (BIOLOGIQUE ET CHIMIQUE) SUR LE MILIEU AQUATIQUE

Afin de protéger l'environnement le mieux possible, il faudrait faire des essais plus sélectifs portant sur la plus grande gamme possible d'agents de lutte éventuels pour étudier leurs effets sur les organismes non visés, en laboratoire et en milieu naturel, et ce, en s'attachant particulièrement aux points suivants:

i) sélection et élevage en laboratoire d'organismes non visés représentatifs (eaux courantes et dormantes) en interaction avec des insectes piqueurs en milieu naturel (par ex. espèces prédatrices ou concurrentielles);

ii) uniformisation de méthodes de laboratoire exactes pour déterminer les effets aigus et chroniques des agents de lutte sur les organismes non visés;

iii) uniformisation des techniques d'échantillonnage employées sur le terrain pour obtenir des données qualitatives et quantitatives précises sur les populations d'organismes non visés en milieu naturel; et

iv) étude du devenir des agents de lutte contre les insectes piqueurs (chimiques ou biologiques) en eaux courantes et dormantes.

6.8 EFFETS DES AGENTS CHIMIQUES SUR LES MILIEUX NON AQUATIQUES

On peut lutter contre les insectes piqueurs en épandant sous forme d'aérosol ou en vaporisant sur une grande échelle des pesticides chimiques dans les régions infestées (Haufe, 1980). Cette approche peut entraîner l'intoxication d'organismes non cibles lorsque mal utilisée. Par conséquent, l'élimination en milieu aquatique des insectes immatures est généralement préférable, car la zone contaminée est réduite. Dans certains cas, notamment lorsqu'il faut prévenir une épidémie d'infections arbovirales imminente, l'élimination des vecteurs adultes par vaporisation est la seule méthode, du moins actuellement, qui permette de protéger les populations humaines sur une grande superficie. Même si l'on

restreint l'application de pesticide aux périodes où les abeilles sont moins actives, il arrive parfois qu'il en meure par suite des traitements; c'est là un exemple d'effets néfastes dont il faut tenir compte (Health and Welfare Canada, 1982). Il est essentiel de trouver des méthodes qui permettent de contrôler, d'évaluer et de corriger, de façon à ce qu'ils deviennent acceptables, les effets sur les organismes non cibles des produits épandus ou vaporisés durant les opérations à grande échelle absolument nécessaires.

APPENDICES

APPENDICE 1.0 COMMUNICATION ET OBTENTION DE L'INFORMATION

L'intérêt que l'on porte aux insectes piqueurs découle de leur rôle de vecteurs de maladies chez l'homme, le bétail et les animaux sauvages, du stress que provoquent leurs attaques et de la douleur, parfois intolérable, que causent leurs piqûres. Ils sont parfois tellement nombreux qu'ils sont responsables d'une diminution de la production agricole, du rendement de la main-d'oeuvre et de l'utilisation des installations touristiques et récréatives. En plus de leurs effets néfastes pour la santé publique, l'agriculture, la coupe du bois et d'autres industries, ils sont aussi sources de problèmes pour les forces armées car il est nécessaire de protéger le personnel au Canada et ailleurs dans le monde. Ils sont aussi indirectement nuisibles pour l'environnement car les techniques que l'on utilise actuellement pour lutter contre eux supposent presque toujours l'utilisation de pesticides chimiques.

La recherche sur les insectes piqueurs couvre une grande gamme de domaines: la biologie, la taxonomie et la systématique; l'écologie, y compris la parasitologie et la limnologie; la physiologie; la biologie cellulaire; la génétique; la biochimie; la toxicologie; la lutte chimique, physique et biologique; la lutte intégrée; et les médecines humaine et vétérinaire. On trouve de l'information sur les insectes piqueurs dans plusieurs sources touchant à ces domaines et à d'autres spécialités. Les chercheurs obtiennent généralement cette information en consultant des publications et des livres d'information primaire et en faisant une revue systématique des sources primaires et secondaires. Des renseignements portant sur des données actuelles ou de type rétrospective sont aussi obtenus de façon mécanique, par la recherche portant sur des bases de données informatisées.

Les problèmes qu'ont à résoudre les scientifiques tentant de recueillir des informations sur les insectes piqueurs sont les mêmes que ceux des chercheurs s'intéressant à des sujets aussi vastes. L'information sur les insectes piqueurs en général, et dans des domaines plus précis, est déjà importante et s'accroît rapidement. Les sources sont variées et nombreuses, et il en apparaît de nouvelles de temps à autre. Cela résulte de la quantité de renseignements produits et de la spécialisation des domaines. Il arrive, trop souvent, que les comptes rendus et rapports aux comités ne soient pas disponibles sinon par communications personnelles de personnes présentes à ces réunions. Il y a délai entre la fin d'une étude et la publication des résultats et entre cette publication originale, la source primaire, et les sources secondaires représentées par les services de comptes rendus, de résumés ou de mise en index. Arnett (1970) a traité de ces questions et des techniques d'obtention d'informations.

On passe en revue, dans le présent appendice, les principales sources d'information utilisées par les spécialistes canadiens s'intéressant surtout aux problèmes que posent les insectes piqueurs au Canada. On ne veut pas ici faire une évaluation détaillée et complète des systèmes et services d'obtention d'informations.

INFORMATION PUBLIEE: SOURCES PRIMAIRES

Les périodiques canadiens de base où l'on retrouve la plupart des articles relatifs aux insectes piqueurs et aux problèmes qu'ils causent sont le *Canadian Entomologist* et le *Journal Canadien de zoologie*. Les *Proceedings of the Entomological Society of Ontario* et les *Questiones Entomoligicae* sont aussi importants bien que dans une moindre mesure. Les périodiques de base étrangers sont: *Annals of the Entomological Society of America*, *Environmental Entomology*, *Journal of Economic Entomology*, *Journal of Medical Entomology*, *Journal of Parasitology*, *Mosquito News*, *Mosquito Systematics*, *Proceedings of the New Jersey Mosquito Control Association* et *Proceedings of the California Mosquito Control Association*.

SOURCES SECONDAIRES

Ces sources primaires, et d'autres regroupant la plus grande partie des communications sur les insectes piqueurs, font l'objet de rapports dans les publications secondaires suivantes:

1) *Abstracts of Entomology* (*Biosciences Information Services*, BIOSIS, qui publie aussi les *Biological Abstracts*). Publication mensuelle traitant d'informations dans un délai minimum de quatre mois de la publication originale. On y traite des domaines de l'allergie, de l'écologie animale, des nuisibles, de la biochimie du comportement, de la lutte biologique, des vecteurs de maladies, de l'écologie de la désinfection et de la lutte contre les vecteurs, de l'entomologie économique, de la parasitologie et de la toxicologie des pesticides et de la lutte contre les nuisibles.

2) *Review of Applied Entomology, Series B. Medical and Veterinary Entomology* (*Commonwealth Institute of Entomology*, CAB). Publication mensuelle traitant des articles dans un délai minimum de 6 mois de la publication. On y donne des résumés.

3) *Mosquito News* (*American Mosquito Control Association*, AMCA). Une bibliographie compilée par H. Sollers-Riedel est publiée à tous les trois mois, à chaque parution. On y traite des publications sur les moustiques à l'échelle mondiale mais on ne fait pas de résumé. Sollers-Riedel (1972) a décrit la préparation de cette bibliographie.

4) *Bulletin analytique d'entomologie médicale et vétérinaire* (ORSTOM). Publié 15 fois par an. On y traite de façon complète des publications au niveau mondial, mais on n'y donne pas de résumés. Les articles sont traités dans un délai minimum de trois mois de la publication, mais les retards de certains services postaux allongent le délai.

5) *Current contents*: *Agriculture, Biology and Environmental Science* (*Institute for Scientific Information*, ISI) Publication hebdomadaire présentant sans modification les tables des matières d'environ 1,030 publications, sans résumé. On fournit l'adresse des auteurs pour faciliter l'obtention de tirés à part. On y trouve aussi un système d'obtention rapide, le OATS (*Original Article Tear Sheet*), grâce auquel un chercheur peut acheter et obtenir en quelques jours une copie de tout article mentionné dans le *Current Contents*.

6) *Science Citation Index* (ISI) publié six fois par an. Il s'agit d'un index interdisciplinaire des articles cités dans les publications scientifiques actuelles.

Les spécialistes utilisent régulièrement plusieurs ou toutes ces sources. On trouve, parmi les sources moins fréquemment utilisées mais plus utiles dans certains domaines: *Current Contents*: *Life Sciences*, *Zoological Record* (le volume 113 traite des publications de 1976, à partir du volume 115 la publication sera faite par BIOSIS); *Index Medicus* et *Abstracts on Hygiene*. ISI publie cette année son *Index to Book Reviews* afin d'accroître le domaine couvert par l'index des publications et citations.

World Trends in Activities Concerning Mosquitoes est publié annuellement depuis 1921 comme supplément au *Proc. N.J. Mosq. Control Assoc.* Maintenant rédigé par Sollers-Riedel, il s'agit d'une nouvelle revue annuelle des publications traitant des moustiques et des maladies dont ils sont vecteurs. On y trouve des résumés et quelques articles critiques. La publication est effectuée trois ans après la date de parution des publications.

The Annual Review of Entomology (*Annual Reviews Inc.*). On y trouve des articles sur tous les domaines de l'entomologie, y compris ceux ayant trait aux insectes piqueurs et aux problèmes qu'ils causent.

INFORMATION NON PUBLIEE

La plus grande partie de l'information inédite a trait à des observations et des résultats expérimentaux non encore publiés et à des évaluations portant sur l'avancement de travaux ou les progrès accomplis. Ces renseignements sont variés et d'utilité très variable.

Rapports: Des rapports annuels sont préparés par les ministères fédéraux et d'autres organismes par ex. Environnement Canada, Pêches et Océans Canada et Agriculture Canada (dont les *Highlights* des stations de recherche de Lethbridge (Alberta) et de Saskatchewan). Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie et le Conseil national de recherche agricole fournissent des listes des programmes de recherche qu'ils financent. Des rapports annuels et certains bulletins spéciaux sont aussi préparés par les ministères provinciaux, par exemple ceux de l'agriculture et de l'environnement. On note deux rapports détaillés soumis à des gouvernements provinciaux ces dernières années, l'un traite de la lutte contre les mouches noires en Alberta (Haufe et Croome, 1980; Haufe, 1980) et l'autre des moustiques et de la nécessité, des méthodes et des solutions de remplacement relativement à la lutte contre les moustiques en Ontario (Smith et coll. 1976). Des rapports annuels sont aussi préparés dans le cadre des programmes de lutte, par exemple ceux des villes d'Edmonton et de Winnipeg, du ministère de l'Environnement de l'Ontario et du Territoire du Yukon. Les facultés, départements et organismes des universités préparent aussi des rapports annuels, par exemple le département de biologie de l'environnement de l'Université de Guelph, l'unité de recherche sur la pathologie des vecteurs de l'Université Memorial de Terre-Neuve et la Faculté d'agriculture de l'Université du Manitoba.

Thèses: Une grande partie de l'information contenue dans les thèses des étudiants diplomés n'est pas facilement accessible avant publication dans les revues spécialisées. Cette publication peut être en retard du plusieurs années ou ne jamais être faite. Les étudiants du *Pestology Center* de l'Université Simon Fraser publient des rétrospectives sous forme de communications sur la lutte professionnelle contre les nuisibles.

Procès-verbaux des comités gouvernementaux: Les comités d'experts de Agriculture Canada sur les insectes nuisibles pour les animaux et l'utilisation des pesticides en agriculture et le comité de l'Ouest sur les nuisibles du bétail s'intéressent tous aux insectes piqueurs. Le comité d'experts sur l'utilisation des pesticides présente les *Pesticide Research Reports* ainsi qu'un compendium des pesticides homologués pour utilisation au Canada. Le comité consultatif des Forces canadiennes sur la lutte contre les nuisibles s'intéresse aussi aux insectes piqueurs, ses procès-verbaux sont cependant secrets donc non disponibles. Une grande partie des premiers travaux sur les insectes piqueurs effectués dans le Nord ont été signalés par le Advisory Committee on Entomological Research à l'ancien Conseil de recherches pour la défense.

Comptes rendus, procès-verbaux et communiqués d'ateliers: Il y a ceux de la Northwest Mosquito and Vector Control Association qui émet aussi un communiqué, le *Vector News*. Il y a aussi la Northeastern Mosquito Control Association, le Northeastern Regional Committee on

Biting Flies, le Northeastern Regional Black Fly Conference, l'Interregional Conference on North American blackflies, qui ne s'est réunie qu'une seule fois, et les Mosquito Control Association de l'Ontario et de la Colombie-Britannique. L'association ontarienne émet actuellement un communiqué de même que la division de la lutte contre la pollution de la direction des pesticides chimiques du ministère de l'Environnement de l'Alberta. Santé et Bien-Etre Canada publie son *Rapport hebdomadaire des maladies au Canada* qui, par exemple, traite des éruptions d'arbovirus. Les rapports hebdomadaires des *Control Units* de l'Ohio, de l'Indiana et de l'Illinois revêtent un intérêt immédiat et particulier pour ceux qui effectuent le contrôle des arbovirus.

En Europe, le *Ceratopogonid Information Exchange* et le *Simuliid Newsletter* sont publiés en Angleterre. La Fresh Water Biological Association rend disponible la liste d'acquisition de sa bibliothèque à tous les mois pour un coût peu élevé. Cette liste couvre bien les publications sur la question surtout les publications européennes qui sont suffisamment représentées dans les sources secondaires de l'Amérique du Nord.

Le Bulletin et les feuilles de données de l'OMS sont des sources importantes d'information, surtout pour la lutte contre les mouches noires.

Des bibliographies de communications publiées faites par auteurs (généralement compilées par les auteurs) ou organismes et portant sur des sujets particuliers ont été préparées.

Manuels, pamphlets et brochures: Le gouvernement fédéral et certains gouvernements provinciaux ont préparé des brochures s'adressant au public en général et au personnel oeuvrant dans le cadre de programmes de lutte.

Les membres de comités et de sociétés, et les personnes inscrites sur leur liste de distribution, ont un accès direct à l'information non publiée. La distribution régulière de rapports et de procès-verbaux représente une composante importante des études sur les connaissances actuelles. Certaines informations inédites peuvent être obtenues à partir des sources secondaires. Le *Biological Abstract/RRM* (BIOSIS, qui a succédé à *Bioresearch Index*) est publié à chaque mois et traite de rapports, de revues et de réunions. *The Index to Scientific and Technical Proceedings*, autre service ISI, traite des conférences. Le *Dissertation Abstracts International* (*University Microfilm International*) à publication mensuelle présente des résumés des thèses de doctorat présentées à plus de 40 universités des Etats-Unis et du Canada (série B, Sciences) et organismes européens (série C). Cet index ne traite pas de toutes les thèses. Les thèses de doctorat présentées dans les universités canadiennes peuvent être empruntées de la Bibliothèque Nationale.

On peut obtenir des renseignements des répertoires de personnel qui donnent aussi les recherches effectuées ou les domaines d'intérêt.

On trouve parmi ceux-ci les répertoires préparés par Danks (1977), Hull et Odland (1979), la Entomological Society of America (1980), Cummins (1973) ainsi que le répertoire des spécialistes canadiens de l'environnement (Environment Canada, 1980), l'Inventaire des recherches agricoles au Canada et le Persons Involved in Environmental Research (Alberta Environment, 1978).

Certains spécialistes font appel à une communication régulière avec des collègues afin de s'assurer d'être au courant de tous les progrès ou travaux importants accomplis dans leur domaine d'intérêt. Cette approche peut s'avérer très efficace dans les domaines relativement restreints.

Les laboratoires de recherche et les centres de référence offrent aussi des services d'information. Le Groupe de recherche sur les insectes piqueurs (GRIP), un groupe de recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières spécialisé dans l'écologie des insectes piqueurs, maintient un centre de documentation et fournit des services d'information à d'autres chercheurs. La Research Unit on Vector Pathology (RUVP) de l'Université Memorial est une source d'information d'envergure internationale sur la lutte biologique contre les insectes piqueurs. L'Université Memorial abrite aussi le International Reference Centre for Avian Haematozoa. Le National Reference Center à Toronto effectue l'identification et fournit de l'information sur les arbovirus.

Le Canada Biting Fly Center à l'Université du Manitoba, a été créé afin de coordonner l'information relative aux insectes piqueurs et aux problèmes connexes au Canada. La nécessité d'un tel centre a été reconnue depuis dix ans (*Biting Flies*, 1972; West, 1974) et vient du fait de la large gamme de problèmes que causent les insectes piqueurs. L'une des tâches fondamentales du centre est de recueillir et de communiquer de l'information sur les insectes piqueurs, les problèmes qu'ils causent et les recherches et compétences dans ce domaine (Chance, 1980).

ACQUISITION D'INFORMATION INFORMATISEE

L'extraction de l'information informatisée permet de traiter de façon pratique et rapide d'un grand nombre de publications, surtout des revues, de toutes les disciplines scientifiques. Le principe est le même que la recherche individuelle mais elle permet une grande économie de main-d'oeuvre lorsqu'utilisée efficacement.

Les recherches peuvent être effectuées, sur l'information en banque, par sujets (résumés, mots clés), titres, auteurs, dates et sources de publication. Elles sont effectuées à l'aide d'un profil, une liste spécialement conçue de mots clés ou de phrases qui devraient normalement apparaître dans les titres, résumés, mots clés, citations, noms d'auteur ou date de publication. La conception du profil en fonction des besoins du chercheur est de la plus grande importance. Il doit être

suffisamment complet et détaillé pour extraire le nombre maximum de renseignements désirés et le nombre minimum de renseignements non désirés, le "bruit". L'efficacité des recherches manuelles ou informatisées par titres est en partie fonction de la pertinence des titres des documents scientifiques. Les titres doivent refléter le contenu des articles de sorte que ceux-ci puissent être extraits par les chercheurs intéressés par l'information qu'ils contiennent. Malheureusement, un grand nombre de titres sont trop généraux, trop restrictifs ou parfois, trompeurs. Suite à "l'explosion" de l'information et à l'apparition subséquente des systèmes d'extraction de l'information, les auteurs, éditeurs et organismes spécialisés dans la production de résumés fournissent souvent des mots clés ou descripteurs pour éliminer ce problème.

On trouve, parmi les bases de données d'information publiée pour extraction informatique portant sur les insectes piqueurs et les domaines connexes, BIOSIS Previews (Biological Abstracts), AGRICOLA (Département américain de l'agriculture), CAB (incluant la Review of Applied Entomology) CA Search (Chemical Abstracts), TOXLINE, MEDLINE et ENVIRONLINE.

Les bases de données d'information non publiée sont: SSIE (Smithsonian Science Information Exchange) portant sur les recherches actuelles financées par le gouvernement et le secteur privé; CODOC regroupant les rapports du gouvernement du Canada et étrangers, y compris ceux de l'Organisation mondiale de la santé; NTIS (National Technical Information Service, du département américain du commerce), source centralisée des recherches effectuées ou financées par le gouvernement des Etats-Unis; AOSI (Alberta Oil Sands Index) et SCISEARCH (ISI) portant sur l'information contenue dans le *Science Citation Index* et le *Current Contents*.

De nouvelles bases de données sont continuellement rassemblées et celles existantes sont mises à jour ou dissoutes. On pourra trouver dans Hull et Odland (1979) une liste et des descriptions plus complètes des banques de données. Les banques de données canadiennes, il y en a au moins 80, sont décrites dans le *Guide de bases de données canadiennes ordinolingues* de la Bibliothèque nationale (Rodgers, 1979).

On accède aux bases de données à l'aide de systèmes d'accès qui diffèrent selon le nombre, le choix et l'étendue des bases de données, leur capacité, leur conception, leur format et leur coût. Les systèmes en direct permettent l'accès immédiat à la base de données, l'utilisateur peut "converser" avec l'ordinateur. Dans le cas des systèmes indépendants, l'utilisateur n'obtient les résultats qu'une fois la recherche terminée. L'Institut canadien pour l'information scientifique et technique (CISTI du CNRC) possède deux systèmes d'accès: CAN/OLE (Service canadien d'interrogation en direct), un système en direct, et le CAN/SDI (Système national de dissémination), un système indépendant permettant d'effectuer des recherches sur les informations récentes. Les systèmes d'accès

américains, dont le DIALOG et le ORBIT, donnent accès à un plus grand nombre de bases de données. On trouvera dans Marshall (1980) une comparaison des résultats de recherche et des bases de données faite à l'aide des systèmes DIALOG, ORBIT, CAN/OLE, ainsi qu'un deuxième canadien, le QL Systems, qui permettent d'avoir accès à plus de 100 bases de données.

Le MODABUND est un système d'extraction spécialisé élaboré par Crobelle (1972) à l'Université Notre Dame. La base de données consiste en la mise en mémoire informatique de la bibliographie de Sollers-Riedel du *Mosquito News*. La bibliographie date de 1941 mais les recherches par sujet ne peuvent remonter à plus de 1951, date où on a commencé à utiliser les entêtes par sujets. On a, depuis 1951, ajouté d'autres entêtes par sujets, par exemple trois en 1980, et certaines ont été éliminées. La base de données est complète pour jusqu'en 1977. En mai 1980, les projets de mise à jour du système étaient incertains (Fish, 1980; communication personnelle).

Le ministère de la Défense nationale possède son propre service d'information (Directeur - Services d'informations scientifiques: DSIS) qui recueille, emmagasine et communique des informations scientifiques et techniques relatives à la défense. Ce service fait appel, en plus des systèmes d'accès et des bases de données déjà mentionnés, à deux sources spécialisées d'utilisation réglementée: *Quarterly Report on Entomological Research by the U.S. Department of Agriculture on Insects of Military Importance* et un service d'information entomologique militaire du Pest Management Board de l'armée américaine.

L'utilité des systèmes d'extraction d'information de sources secondaires est fonction de la bonne "couverture" des bases de données des publications relatives au domaine d'intérêt du chercheur. Les spécialistes des insectes piqueurs au Canada estiment que cette couverture varie de 65 à 95%. Cette gamme s'explique par les besoins précis des chercheurs. L'efficacité de l'extraction informatisée dépend du degré de couverture des bases de données et de la conception du profil de recherche. On voit, ici aussi, que cela reflète les besoins et les approches individuels de l'extraction d'information.

Les recherches informatiques par CAN/SDI utilisées par le GRIP n'ont une efficacité que d'environ 15%. (Laplante, 1980, communication personnelle). Environ 40-50% des références extraites sont inutiles; cela traduit les problèmes résultant du choix des titres et de l'indexage des communications.

Les extractions informatisées sont le plus souvent utilisées pour les recherches de type rétrospective. On obtient ainsi une base d'information qui est complétée par des recherches manuelles portant sur les références citées et les sources non couvertes par les bases de données.

RESUME ET BESOINS

Il existe, au Canada et ailleurs, un grand nombre de sources d'information, comportant ou non de la documentation, sur les insectes piqueurs. L'efficacité de l'extraction de l'information est fonction des techniques de recherche utilisées pour les sources primaires et secondaires et des besoins des chercheurs.

L'évaluation des problèmes que posent les insectes piqueurs au Canada, des techniques de mesure des maladies transmises par vecteurs et du contrôle des effets sur l'environnement des mesures de lutte, nécessite d'être au fait des connaissances actuelles relatives aux insectes piqueurs nuisibles, aux méthodes d'évaluation des problèmes dont ils sont responsables et des programmes visant à leur faire la lutte. Il a été proposé, en se basant sur l'expérience acquise dans le domaine de la coordination de l'information sur les insectes piqueurs, que des bibliographies de type rétrospective et actuelles soient préparées pour les divers groupes d'insectes piqueurs (Corbet, 1974; West, 1974). Nous avons besoin d'un répertoire des bibliographies sur les insectes piqueurs et sur les sujets relatifs aux problèmes causés par ces insectes et à leur lutte. De nouvelles bibliographies devraient être réunies pour les domaines où elles font actuellement défaut. Les bibliographies actuelles devraient être mises à jour quand cela s'avère nécessaire. Ces bibliographies devraient être rendues accessibles.

Des spécialistes des insectes piqueurs et des personnes s'intéressant aux problèmes que causent ces insectes ont, lors d'une récente enquête d'opinion, indiqué la nécessité d'effectuer une communication rapide de l'information relative aux recherches et aux progrès accomplis au Canada et intéressant la situation canadienne. Ce service permettrait d'accroître la communication et la collaboration entre chercheurs, réduirait la duplication des travaux et, si on y trouvait un "journal des résultats négatifs", la duplication des échecs.

Les critères de l'extraction d'information comprennent l'accès à la connaissance de la documentation publiée ou non relative à l'information primaire et secondaire sur les insectes piqueurs et les problèmes dont ils sont responsables au Canada. La nécessité pour le scientifique moderne de faire appel aux sources secondaires pour ne pas être dépassé par le volume important de nouvelles informations, les variations et les ambiguïtés au niveau du titre des articles, les omissions de couverture des sources secondaires et le manque de ressources pour effectuer le codage de toute l'information pertinente, tout cela fait que le codage efficace des articles et des autres documents s'avère essentiel. Le codage peut être effectué en utilisant un index de mots clés, ayant reçu l'assentiment général, à partir duquel des profils individuels peuvent être déterminés.

BIBLIOGRAPHIE DE L'APPENDICE I.0

Alberta Environment. 1978. Persons involved in environmental research. Alberta Environment Research Secretariat. 69 pp.

Arnett, R.H., Jr. 1970. Entomological Information Storage and Retrieval. Biorand Foundation, Baltimore. 210 pp.

Biting Flies. 1972. Report of a Work-Planning Meeting on biting flies and their control. Sponsored by Agriculture Canada. Held in Saskatoon. Unpublished. 27 pp. p. 14.

Chance, M. 1980. Interim Report. Canada Biting Fly Centre, Winnipeg. Unpublished. 78 pp.

Corbet, P.S. 1974. Working paper on the preparation of retrospective and current awareness bibliographies. Unpublished report prepared for (former) Canada Committee on Biting Flies (CASCC). 6 pp.

Crovello, T.J. 1972. Modabund - the computerized mosquito data bank of Notre Dame. Mosq. News 32(4): 548-554.

Cummins, K.W. 1973. A world wide directory of stream ecologists. Institute of Water Research Technical Rpt. 28. Michigan State University.

Danks, H.V. 1977. Annotated list of workers on systematics and faunistics of Canadian insects and certain related groups. Pilot study for and Biological Survey of the insects of Canada. Entomol. Soc. Can. 107 pp.

Entomological Society of America. 1980. Membership list. Bull. Entomol. Soc. Am. 26: 190-318.

Environment Canada 1980. Directory of Canadian environmental experts. pp. 482.

Fish, D., *personal communication*. 1980. Department of Biology, University of Notre Dame to Chance, M.

Hall, J.L. 1979. On-line biblographic data bases. 1979 Director. Aslib. 911 pp.

Haufe, W.O. 1980. Control of black flies in the Athabasca River. Evaluation and recommendations. Alberta Environment. 38 pp.

Haufe, W.O. and Croome, G.C.R. (Editors). 1980. Control of black flies in the Athabasca River. Technical Report. Alberta Environment. 241 pp.

Hull, W.B. and Odland, G.C. 1979. Directory of North American entomologists and acarologists. Entomol. Soc. Am. 189 pp.

Laplante, M. *personal communication*. 1980. Université du Québec, Trois-Rivières to Chance, M.

Marshall, K.E. 1980. Online computer retrieval of information on Ephemeroptera: a comparison of different sources. *In* Advances of Ephemeroptera biology. *Edited by* J.F. Flanagan and K.E. Marshall. Plenum Publishing Corp., New York. pp. 467-489.

Rogers, H. 1979. Guide to Canadian machine readable data bases. National Library of Canada.

Smith, S.M., Chance, M.M., Downer, R.G.H. and Wright, R.E. 1976. Mosquitoes and mosquito control in Ontario. A report submitted to the Ontario Pesticides Advisory Committee. Ont. Min. Environ., Pesticides Control Section. 687 pp.

Sollers-Riedel, H. 1972. Mosquito literature alert. Mosq. News. 32(4): 493-495.

West, A.S. 1974. Working paper on the establishment of a biting fly research institute. Unpublished report submitted to the Canada Committee on Biting Flies. 6 pp.

APPENDICE II.0 ETAT ACTUEL DE LA TAXONOMIE DES INSECTES PIQUEURS AU CANADA

Moustiques (culicidés) - Après les oiseaux, les mammifères, les poissons et les papillons, ce sont les moustiques qui forment le groupe animal le mieux connu. On a jusqu'à maintenant enregistré 74 espèces de moustiques au Canada (Wood et coll. 1979). On n'en connaît que quatre qui ne sont pas hématophages des vertébrés. Pendant plus de deux décennies l'ouvrage de référence pour l'identification des moustiques au Canada et aux Etats-Unis a été celui de Carpenter et LaCasse (1955) qui avait lui-même remplacé celui de Matheson (1929, 1944). Il existe un catalogue récent des moustiques à l'échelle mondiale (Knight et Stone, 1977) qui a remplacé une version antérieure (Stone et coll. 1959). Il existe aussi plusieurs guides régionaux d'identification pour des régions du Canada ou frontalières. Ceux qui nous sont les plus utiles sont sans doute ceux de l'Alaska (Gjullin et coll. 1961), de la Colombie-Britannique (Curtis, 1967; Belton et Belton, sous presse), du Nord-Ouest du Pacifique (Gjullin et Eddy, 1972), du Minnesota (Barr, 1958), des Prairies (Rempel, 1950, 1953), de l'Est (Smith, 1958, 1969; Steward et McWade, 1961; Dodge, 1963), du Nord (Vockeroth, 1954) et du Canada en général (Wood et coll. 1979). Tous ces manuels traitent de l'espèce à un niveau morphologique avancé. Malheureusement, la variabilité notée chez *Aedes cinereus*, *dorsalis*, *excrucians*, *hexodontus*, *punctor* et *vexans* et chez plusieurs *Culiseta*, pour n'en mentionner que quelques-uns, porte à penser que nos espèces de distribution étendue pourraient être des complexes d'espèces jumelles. Le statut de *Aedes idahoensis* et *punctodes* devrait être éclairci. Des problèmes de mauvaise identification et de synonymie d'espèces, récemment démontrés par Enfield (1977) et Wood (1977) existent probablement encore. La poursuite des captures permettra certainement d'identifier d'autres espèces non encore connues au Canada. Le très grand nombre de travaux publiés sur les moustiques et la stabilité relative de la taxonomie des moustiques notée pendant les 50 dernières années ont donné l'impression qu'il restait peu à faire. Il reste cependant suffisamment de questions non résolues touchant les moustiques de l'Amérique du Nord pour occuper à plein temps un biosystématicien, mais il ne semble pas exister un tel spécialiste.

Mouches noires (simuliidés) - Grâce aux chromosomes polytènes et aux exploits d'interprétation de Rothfels et de ses étudiants à l'Université de Toronto, nos connaissances sur la plupart des mouches noires canadiennes ont atteint un degré de sophistication inconnu chez plusieurs autres groupes d'insectes piqueurs. L'analyse laborieuse des bandes colorées et d'autres caractéristiques des chromosomes a permis de montrer que plusieurs "bonnes" espèces morphologiques étaient formées de deux ou plusieurs espèces biologiques qu'il était souvent impossible de reconnaître autrement. Ces espèces peuvent être étudiées ensemble de façon à comprendre leurs inter-relations (Dunbar, 1965; Rothfels, 1979). Heureusement, les études morphologiques et écologiques ont généralement

permis de corroborer l'interprétation cytologique. Ces études n'ont malheureusement porté que sur des régions limitées et n'ont pas suivi les précédentes dans chaque groupe d'espèces de sorte que nos connaissances de l'ensemble des simuliidés du Canada présentent des lacunes. Au Canada, il peut y avoir autant que 150 espèces réparties en 10 genres (Peterson, 1981). Au moins 130 espèces sont hématophages de vertébrés et certaines espèces s'attaquant aux oiseaux sont des vecteurs connus de *Leucocytozoon* spp. chez les oiseaux sauvages et domestiques (Fallis et Bennett, 1961). Une clé des genres de la région néarctique a été préparée par Peterson (1978, 1981).

Le genre *Prosimulium* a été l'un des premiers à faire l'objet d'une analyse cytologique et est peut-être le mieux connu. Ce que Malloch (1914) considérait comme deux espèces (*fulvum* et *hirtipes*) est maintenant devenu un grand complexe de 28 espèces du sous-genre *Prosimulium* en Amérique du Nord et de cinq espèces en Europe (Rothfels, 1979) qui ont été identifiés en partie par des études cytologiques (Basrur, 1959, 1962; Ottonen, 1966; Ottonen et Nambiar, 1969; Madahar, 1973; Rothfels et Freeman, 1977) et en partie par des études morphologiques et écologiques (Davies, 1961; Davies et Syme, 1958; Stone, 1952, Stone et Jamnback, 1955; Syme et Davies, 1958; Sommerman, 1958, 1962, 1964; Shewell, 1959; Peterson, 1970). Presque toutes ces 33 espèces ont maintenant reçu un nom et peuvent être isolées avec plus ou moins de certitude tout dépendant du stade et du groupe d'espèces (Peterson, 1970). Une seule espèce canadienne traitée par Peterson (1970) n'apparaît pas dans la publication de Rothfels (1979), ce qui montre l'étendue de nos connaissances des espèces de ce sous-genre. La plupart des espèces des autres sous-genres de moindre importance de *Prosimulium* ont été identifiées (Rothfels, 1979). L'exception semble être *onychodactylum* pour lequel Newman (1970) a trouvé au moins sept bonnes espèces biologiques. *Gymnopais*, qui ne comprenait auparavant que deux espèces, en compte maintenant cinq au Canada (Rothfels, 1979; Wood, 1978) tandis que *Twinnia* compte maintenant trois espèces canadiennes (Rothfels et Freeman, 1966; Wood, 1978). Ces deux derniers genres sont des exemples d'études morphologiques et cytologiques effectuées simultanément et donnant des résultats mutuellement satisfaisants. Le genre *Cnephia* (*sensu stricto*) s'est avéré être une exception à la règle générale voulant que les études cytologiques révèlent plus d'espèces qu'on en connaissait auparavant, car on n'a pu trouver d'espèces jumelles pour aucune des cinq espèces connues en Amérique du Nord (Procunier, 1975a). Une étude cytologique (Procunier, 1980) portant sur le genre *Metacnephia* ne s'est pas traduite par une augmentation marquée du nombre d'espèces. Par ailleurs, le genre *Stegopterna* regroupe maintenant plusieurs autres espèces: quatre espèces de l'ouest en plus d'un diploïde dans l'Est et d'un triploïde tous regroupés sous *mutata* plutôt que les deux espèces (*emergens* et *mutata*) qu'on lui assigne actuellement (Madahar, 1967). Plusieurs espèces des autres genres d'importance secondaire, à savoir *Greniera*, *Mayacnephia* et *Ectemnia*, ont fait l'objet d'études cytologiques mais aucun résultat n'a encore été publié.

Chez *Simulium*, sous-genre *Eusimulium*, les travaux de morphologie et de cytologie ont été effectués plus ou moins au même rythme, chaque chercheur bénéficiant des travaux de l'autre (Dunbar, 1958, 1959, 1962, 1967; Wood, 1963). Ainsi, *excisum* et *rivuli*, deux espèces morphologiques passablement distinctes, ont au début été difficiles à séparer cytologiquement. Par ailleurs, les complexes *congareenarum a* et *b* et *aureum* et *latipes* (maintenant *vernum*) n'ont pu être morcelés du point de vue morphologique. V. Golini a commencé, à l'Université McMaster (Hamilton), une étude du groupe *anatinum*.

Il est probable que le genre *Simulium* (*sensu stricto*) sera celui où l'isolement des espèces sera le plus difficile. On sait depuis quelques années que *S. tuberosum* regroupe au moins quatre espèces jumelles (Landau, 1962) et des observations, faites de façon fortuite, portent à penser que l'espèce *tuberosum* regroupe des éléments passablement différents. Mason, un collaborateur de Rothfels à l'Université de Toronto, complète les premiers travaux faits par Landau sur *tuberosum*. Burger et Pistrang, au New Hampshire, déterminent les caractéristiques du cycle reproducteur des espèces jumelles de Landau en se basant sur les identifications cytologiques de Rothfels et Mason. On a montré que *Simulium vittatum*, une espèce que l'on croyait être une espèce unique très variable (Rothfels et Dunbar, 1953; Pasternak, 1964), regroupait deux espèces (Rothfels et Featherston, 1981). Un autre complexe, celui de *decorum-argyre-atum*, fait l'objet d'études cytologiques menées par Feraday, un étudiant de Rothfels. Le complexe *S. venustum-verecundum* pourrait s'avérer être le plus compliqué étudié jusqu'à maintenant. Rothfels et coll. (1978) ont démontré l'existence de sept espèces dans la lignée *venustum* et de trois espèces dans la lignée *verecundum*. Back, à l'Université du Québec à Trois-Rivières, a récemment découvert deux autres "*venustum*" dans le nord du Québec et "*verecundum*" pourrait bien englober encore d'autres espèces. Burger, Université du New Hampshire, Snyder, Michigan Technical University, et Colbo, Université Memorial, effectuent des travaux sur le complexe *venustum-verecundum*. Colbo élève la progéniture de femelles capturées sur le terrain et Snyder étudie les tendances électrophorétiques. Shields et Procunier (Université de l'Alaska) ont amorcé des travaux cytologiques portant sur le complexe *arcticum-corbis-malyshevi*. Ils ont déjà trouvé que *arcticum* regroupait quatre espèces jumelles sympatriques. Les groupes mineurs de *Simulium* (*Hemicnetha*, *Hearlea*, *Phosterodoros*, *Psilopelmia*) et quelques espèces isolées telles *hunteri* et *piperi* n'ont pas encore été définis par technique cytologique. Les caractéristiques morphologiques portent à penser que *Phosterodoros* et *Psilopelmia* pourraient regrouper des complexes.

L'identification des mouches noires au niveau de l'espèce peut encore s'avérer incertaine. Les premiers travaux effectués sur la question (Malloch, 1914; Dyar et Shannon, 1927; Hearle, 1932; Twinn, 1936) sont maintenant peu utiles. Seuls les genres *Prosimulium*, *Symnopais* et *Twinnia* ont fait l'objet d'études récentes (Peterson, 1970; Wood, 1978). Quant aux autres, il faut faire appel à des publications dépassées comme

celles de Stone et Jamnback (1955), Davies et coll. (1962), Wood et coll. (1963) et Stone (1964) pour l'est du Canada, celles de Stone (1952) et Sommerman (1953) pour le nord-ouest du Canada et celle de Stone (1965) qui donne un répertoire des espèces au nord du Mexique. Des résultats de capture d'espèces nordiques sont présentés dans Shewell (1957). Peterson de l'Institut de recherches biosystématiques d'Agriculture Canada à Ottawa a commencé à rédiger un guide des mouches noires au Canada mais celui-ci ne sera complété que dans plusieurs années.

Brûlots (cératopogonidés) - Cette famille est la plus importante, en nombre d'espèces, de toutes les familles d'insectes piqueurs du Canada. Elle est aussi celle qui est de loin la plus mal connue. Ainsi, il existe chez *Culicoides*, le plus important genre dont les membres sont hématophages de vertébrés, au moins 20 espèces qui ne sont pas nommées en plus des 54 espèces, environ, nommées que l'on trouve au Canada (Downes, 1980). En plus d'être vecteurs de la langue-bleue, plusieurs espèces de *Culicoides* participent à la transmission à des oiseaux de parasites sanguins du genre *Haemoproteus* (Fallis et Bennett, 1961). On ne connaît pas l'étendue des rapports hôte-vecteur-parasite chez les oiseaux sauvages au Canada.

La référence standard de l'identification des espèces de *Culicoides* dans l'est du Canada est la publication de Jamnback (1965). On note, parmi les autres publications détaillées traitant des *Culicoides* de l'est celle de Foote et Pratt (1954) et une récente monographie de Blanton et Wirth (1979) sur les *Culicoides* de la Floride. Cette dernière traite de la plupart des espèces de l'est du Canada et donne la distribution complète de chaque espèce en plus de la distribution en Floride. Il n'existe pas d'étude comparable des *Culicoides* de l'ouest du Canada, il faut utiliser le Heleidae of California (Wirth, 1952) et les publications plus récentes (par ex. Wirth et Rowley, 1971; Wirth, 1977; Downes, 1978; Jones et Wirth, 1978). On pourra trouver un répertoire et une liste des publications sur les cératopogonidés dans Wirth (1965) et Atchley et coll. (1975). Wirth et coll. (1977) ont donné une clé des genres pour la région de Washington, et Downes et Wirth (1981) une clé des genres néarctiques. Downes et Forster de l'Institut de recherches biosystématiques (Ottawa) préparent un guide des genres de Cératopogonidés au Canada. On trouvera en plus de la diagnose et d'une discussion pour chaque genre une liste des espèces connues au Canada et leurs distributions.

Taons et chrysops (tabanidés) - Les espèces de tabanidés sont pratiquement aussi bien connues que celles des moustiques et très peu d'espèces canadiennes ont récemment été décrites ou renommées (McAlpine, 1961; Philip, 1961; Hudson et Teskey, 1976; Teskey et Thomas, 1979: Pechuman, 1960, 1964, 1981; Pechuman et Teskey, 1967). Il y a 136 espèces de nommées au Canada et presque toutes sont hématophages des vertébrés. A l'exception de 17 espèces de l'est, les stades immatures sont maintenant connus (Burger, 1977; Burger et coll. 1981; Goodwin, 1976a, 1976b; Lake et Burger, 1980; Lane, 1975, 1979; Teskey, 1969; Teskey et Burger, 1976)

et il en va de même pour la plupart des espèces de l'ouest. Etant donné le mode de vie souterrain des larves de tabanidés, nos connaissances biologiques sont moins importantes que pour les moustiques. La poursuite des études sur les stades immatures et les cycles reproductifs, par exemple les études sur l'autogénie effectuées par Burger et Leprince au campus Macdonald de l'Université McGill à Montréal, permettra probablement de découvrir des espèces cryptiques dont on ne soupçonne pas l'existence en plus de celles (chez *Atylotus* spp., *Hybomitra sonomensis*, *H. rupestris* et *Tabanus sulcifrons*) déjà supposées (Teskey, 1980 et Burger, 1980; communication personnelle).

La communication de Stone (1938) sur les tabanidés de la région néarctique et la clé de Philip (1955) des *Chrysops*, qui a remplacé celle de Brennan (1935) sont encore les références standard pour l'identification des espèces canadiennes. On les complète par l'utilisation des clés régionales de Californie (Middlekauff et Lane, 1980), de l'Idaho (Nowierski et Gittens, 1976), de l'Alberta (Thomas, 1973), de l'Illinois (Webb, Pechuman et Teskey, sous presse) du Michigan (Hays, 1956), de l'Ontario (Pechuman et coll. 1961), de la Pennsylvanie (Frost et Pechuman, 1958), de New York (Pechuman, 1957, 1972) et des provinces Maritimes (Chagnon et Fournier, 1943; Lewis et Bennett, 1977; Thomas, 1978). Philip (1947, 1965, 1966) a préparé des répertoires des espèces néarctiques. Teskey, de l'Institut de recherches biosystématiques (Ottawa) prépare en ce moment un guide des tabanidés au Canada qui devrait paraître d'ici trois ou quatre ans.

Tableau II-1. Guides récents d'identification[a]

	Colombie-Britannique	Prairies	Est du Canada	Nord du Canada	Canada en général	Listes d'espèces néarctiques
Culicidés (moustiques)	Curtis 1967 Belton, sous presse	Rempel 1950 (larves) Rempel 1953	Smith 1958 Smith 1969 Dodge 1963 (larves) Steward et McWade 1961	Vockeroth 1954 Gjullin et coll. 1961 (conçu pour l'Alaska mais utile pour le Yukon)	Wood et coll. 1979	Stone et coll. 1965
Simuliidés (mouches noires)			Davies et coll. 1962 Wood et coll. 1963 (larves)	Stone 1952 (Alaska) Sommerman 1953 (lv-Alaska)	Peterson 1970 (*Prosimulium*) Peterson (en prép.)	Stone et coll. 1965
Tabanidés (taons et chrysops)		Thomas 1973 (Alberta)	Teskey 1969 (larves) Lewis et Bennett 1977 Pechuman 1972 (N.Y.) Pechuman et coll. 1961 (Ontario)		Stone 1938 (tabanidés) Philip 1955 (*Chrysops*) Teskey (en prép.)	Stone et coll. 1965
Cératopogonidés (brûlots)					Downes et Forster (genres exclusivement, en prép.)	Stone et coll. 1965

[a] On peut trouver des renseignements sur l'identification général des insectes dans le manuel sur la lutte contre les insectes nuisibles des Forces canadiennes (1981) mentionné à l'appendice IV.0 et il est possible d'obtenir de l'aide très utile, pour certains groupes, en s'adressant à l'Institut de recherches biosystématiques de Agriculture Canada à Ottawa.

BIBLIOGRAPHIE DE L'APPENDICE II.0

Atchley, W.R., Wirth, W.W. and Gaskins, C.T. 1975. A bibliography and a keyword-in-context index of the Ceratopogonidae (Diptera) from 1758 to 1973. Texas Tech. Press, Lubbock, Texas. 300 pp.

Barr, A.R. 1958. The mosquitoes of Minnesota (Diptera: Culicidae: Culicinae). Univ. Minn. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 228. 154 pp.

Basrur, P.K. 1959. The salivary gland chromosomes of seven segregates of *Prosimulium* with a transformed centromere. Can. J. Zool. 37: 527-570.

Basrur, P.K. 1962. The salivary gland chromosomes of seven species of *Prosimulium* from Alaska and British Columbia. Can. J. Zool. 40: 1019-1033.

Basrur, V.R. and Rothfels, K.H. 1959. Triploidy in natural populations of the black fly *Cnephia mutata* (Malloch). Can. J. Zool. 37: 571-589.

Belton, P. and Belton, E. The mosquitoes of British Columbia. B.C. Prov. Mus. Handb. (in press).

Blanton, F.S. and Wirth, W.W. 1979. Arthropods of Florida and neighbouring land areas. Vol. 10. The sand flies (*Culicoides*) of Florida (Diptera: Ceratopogonidae) Bureau Ent., Contr. 424. Fla. Dept. Agric. Consumer Services, Gainsville. 204 pp.

Brennan, J.M. 1935. The Pangoniinae of nearctic America. Univ. Kans. Sci. Bull. 22: 249-401.

Burger, J.F. 1977. Biosystematics of immature Tabanidae. Trans. Am. Entomol. Soc. 103: 145-258.

Burger, J.F. 1980. Personal communication to Wood, M.

Burger, J.F., Lake, D.J. and McKay, M.L. 1981. Larval habitats and rearing of some common *Chrysops* species (Diptera: Tabanidae) in New Hampshire. Proc. Entomol. Soc. Wash. 83: 373-389.

Carpenter, S.J. and LaCasse, W.J. 1955. Mosquitoes of North America (north of Mexico). Univ. Calif. Press, Berkeley and Los Angeles. VI + 360 pp. + 127 pls.

Chagnon, G. and Fournier, O. 1943. Les tabanides du Québec. Nat. Can. 70: 49-84.

Curtis, L.C. 1967. The mosquitoes of British Columbia. B.C. Prov. Mus. Occasional Paper No. 15. 90 pp.

Davies, D.M. and Syme, P.D. 1958. Three new Ontario black flies of the genus *Prosimulium* (Diptera: Simuliidae). II. Ecological observations and experiments. Can. Entomol. 90: 744-759.

Davies, D.M., Peterson, B.V. and Wood, D.M. 1962. The black flies (Diptera: Simuliidae) of Ontario. I. Adult identification and distribution with descriptions of six new species. Proc. Entomol. Soc. Ont. 92(1961): 70-154.

Davies, L. 1961. Ecology of two *Prosimulium* species (Diptera) with reference to their ovarian cycles. Can. Entomol. 93: 1113-1140.

Dodge, H.R. 1963. Studies on mosquito larvae. I. Later instars of eastern North American species. Can. Entomol. 95: 786-813.

Downes, J.A. 1978. The *Culicoides variipennis* complex: a necessary re-alignment of nomenclature (Diptera: Ceratopogonidae). Can. Entomol. 110: 63-69.

Downes, J.A. 1980. Personal communication to Wood, M.

Downes, J.A. and Wirth, W.W. 1981. Ceratopogonidae. *In* Manual of nearctic Diptera. Vol. I. Can. Govt. Pub. Centre, Hull, Que. Agric. Monogr. 27: 393-421.

Dunbar, R.W. 1958. The salivary gland chromosomes of two sibling species of black flies included in *Eusimulium aureum* Fries. Can. J. Zool. 36: 23-44.

Dunbar, R.W. 1959. The salivary gland chromosomes of seven forms of black flies included in *Eusimulium aureum* Fries. Can. J. Zool. 37: 495-525.

Dunbar, R.W. 1962. Cytotaxonomic studies in Simuliidae. Part I: A detailed chromosome analysis of six nearctic *Eusimulium* near *Eusimulium congareenarum*. Ph.D. thesis., Univ. Toronto, Toronto, Canada. 101 pp.

Dunbar, R.W. 1965. Chromosome inversions as blocks to genetic exchange leading to sympatric speciation in black flies. Proc. XII Int. Congr. Entomol. London. pp. 268-269.

Dunbar, R.W. 1967. The salivary gland chromosomes of six closely related nearctic black flies near *Eusimulium congareenarum*. Can. J. Zool. 45: 377-396.

Dyar, H.G. and Shannon, R.C. 1927. The North American two-winged flies of the family Simuliidae. Proc. U.S. Nat. Mus. 69: 1-54.

Enfield, M.A. 1977. Additions and correction to the records of *Aedes* mosquitoes in Alberta. Mosq. News 37: 82-85.

Fallis, A.M. and Bennett, G.F. 1961. Ceratopogonidae as intermediate hosts for *Haemoproteus* and other parasites. Mosq. News. 21: 21-28.

Foote, R.H. and Pratt, H.D. 1954. The *Culicoides* of the eastern United States (Diptera: Heleidae). U.S. Public Health Ser. Public Health Monogr. 18: 1-53.

Frost, S.W. and Pechuman, L.L. 1958. The Tabanidae of Pennsylvania. Trans. Am. Entomol. Soc. 84: 169-215.

Gjullin, C.M. and Eddy, G.W. 1972. The mosquitoes of the northwestern United States. Tech. Bull. No. 1447, Agric. Res. Serv. USDA, Washington, D.C. 111 pp.

Gjullin, C.M., Sailer, R.I., Stone, A. and Travis, B.V. 1961. The mosquitoes of Alaska. U.S. Dept. Agric., Agric. Handb. 182: 1-98.

Goodwin, J.R. 1976a. Immature stages of some eastern nearctic Tabanidae (Diptera). VI. Additional species of *Chrysops* Meigen. Fla. Entomol. 59: 343-352.

Goodwin, J.R. 1976b. Immature stages of some eastern nearctic Tabanidae (Diptera). VII. *Haematopata* Meigen and *Whitneyomia* Bequaert plus other Tabanini. Fla. Entomol. 59: 369-390.

Hayes, K.L. 1956. A synopsis of the Tabanidae (Diptera) of Michigan. Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich. 98. 71 pp.

Hearle, E. 1932. The blackflies of British Columbia (Simuliidae, Diptera). Proc. Entomol. Soc. B.C. 29: 5-19.

Hudson, A. and Teskey, H.J. 1976. Morphological and biochemical characteristics of two forms of *Hybomitra typhus* (Diptera: Tabanidae). Can. Entomol. 108: 737-740.

Jamnback, H. 1965. The *Culicoides* of New York State (Diptera: Ceratopogonidae). N.Y. State Mus. Bull. 399. 154 pp.

Jones, R.H. and Wirth, W.W. 1978. A new species of western *Culicoides* of the *stonei* group (Diptera: Ceratopogonidae). Entomol. News 89: 56-58.

Knight, K.L. and Stone, A. 1977. A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicadae). Thomas Say Found. 5. 611 pp.

Lake, D.J. and Burger, J.F. 1980. Ovarian development in adult *Chrysops* (Diptera: Tabanidae) in northern New England with emphasis on *Chrysops ater* and *C. mitis*. J. Med. Entomol. 17: 502-505.

Landau, R. 1962. Four forms of *Simulium tuberosum* (Lundstr.) in southern Ontario: a salivary gland chromosome study. Can. J. Zool. 40: 921-939.

Lane, R.S. 1975. Immatures of some Tabanidae (Diptera) from Mendocino County, Calif. Ann. Entomol. Soc. Am. 68: 803-819.

Lane, R.S. 1979. Larvae and pupae of two *Hybomitra* species (Diptera: Tabanidae) from northern California. J. Med. Entomol. 16: 142-149.

Lewis, D.J. and Bennett, G.F. 1977. Biting flies of the eastern Maritime Provinces of Canada. I. Tabanidae. Can. J. Zool. 55: 1493-1503.

Madahar, D.P. 1967. Cytological studies on black flies. Ph.D. thesis. Univ. Toronto, Toronto, Canada. 104 pp.

Madahar, D.P. 1969. The salivary gland chromosomes of seven taxa in the subgenus *Stegopterna*. Can. J. Zool. 47: 115-119.

Madahar, D.P. 1973. Cytogenetic study in triploidy in *Prosimulium ursinum*. Genetics 74:(2): 170-171.

Malloch, J.R. 1914. American black flies or buffalo gnats. U.S. Dept. Agric., Bur. Entomol. Tech. Ser. 26.

Matheson, R. 1929. A handbook of the mosquitoes of North America. (First edition). Charles C. Thomas, Publisher, Springfield, Ill., Baltimore, Md. 268 pp.

Matheson, R. 1944. A handbook of the mosquitoes of North America. Comstock Pub. Assoc., Ithaca, N.Y. 314 pp.

McAlpine, J.F. 1961. Variation, distribution and evolution of the *Tabanus* (*Hybomitra*) *frontalis* complex of horse flies (Diptera: Tabanidae). Can. Entomol. 93: 894-924.

Middlekauff, W.W. and Lane, R.S. 1980. Adult and immature Tabanidae (Diptera) of California. Bull. Calif. Insect Surv. 22. 99 pp.

Newman, L.J. 1970. Seasonal inversion polymorphism and sex ratio changes in *Prosimulium onychodactylum*. Genetics 64: 546-547. (Abstr.)

Nowierski, R.M. and Gittins, A.R. 1976. The horse flies and deer flies of Idaho (Diptera: Tabanidae). Univ. Idaho, Agric. Expt. Stn. Res. Bull. 96. 48 pp.

Ottonen, P.O. 1966. The salivary gland chromosomes of six species in the IIIS-1 group of *Prosimulium* Roub. Can. J. Zool. 44: 677-701.

Ottonen, P.O. and Nambiar, R. 1969. The salivary gland chromosomes of *Prosimulium multidentatum* Twinn and three forms included in *Prosimulium magnum* (Dyar and Shannon). Can. J. Zool. 47: 943-949.

Pasternak, J. 1964. Chromosome polymorphism in the black fly *Simulium vittatum* (Zett.). Can. J. Zool. 42: 135-158.

Pechuman, L.L. 1957. The Tabanidae of New York. A distributional study. Rochester Acad. Sci. Proc. 10(3): 121-179.

Pechuman, L.L. 1960. Some new and little-known North American Tabanidae (Diptera). Can. Entomol. 92: 793-799.

Pechuman, L.L. 1964. A synopsis of *Merycomyia* (Diptera: Tabanidae). Proc. Entomol. Soc. Ont. 94(1963): 62-67.

Pechuman, L.L. 1972. The horse flies and deer flies of New York (Diptera: Tabanidae). Search Agric. Geneva, N.Y. 2(5). 72 pp.

Pechuman, L.L. 1981. Notes on *Atylotus* and description of a new species from eastern North America (Diptera: Tabanidae). Entomol. News 92: 1-6

Pechuman, L.L. and Teskey, H.J. 1967. A new eastern nearctic *Chrysops* (Diptera: Tabanidae). Can. Entomol. 09: 645-650.

Pechuman, L.L., Teskey, H.J. and Davies, D.M. 1961. The Tabanidae (Diptera) of Ontario. Proc. Entomol. Soc. Ont. 91: 77-121.

Peterson, B.V. 1970. The *Prosimulium* of Canada and Alaska. (Diptera: Simuliidae). Mem. Entomol. Soc. Can. 69: 1-216.

Peterson, B.V. 1978. Simuliidae. *In* An introduction to the aquatic insects of North America. *Edited by* R.W. Merrit and K.W. Cummins. Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa. pp. 331-344.

Peterson, B.V. 1981. Simuliidae. *In* Manual of nearctic Diptera. Vol. I. Can. Govt. Pub. Centre, Hull, Que. Agric. Monogr. 27: 355-391.

Philip, C.B. 1947. A catalog of the blood-sucking fly family Tabanidae (horseflies and deerflies) of the nearctic region north of Mexico. Am. Midl. Nat. 37: 257-324.

Philip, C.B. 1955. New North American Tabanidae. IX. Notes on and keys to the genus *Chrysops* Meigen. Rev. Bras. Entomol. 3: 47-128.

Philip, C.B. 1961. New North American Tabanidae. XIII. Change of name for a well-known species of *Chrysops*. Entomol. News 72: 160-162.

Philip, C.B. 1965. Family Tabanidae. *In* A catalog of the Diptera of America north of Mexico. *Edited by* A. Stone, C.W. Sabrosky, W.W. Wirth, R.H. Foote and J.R. Coulson. USDA, Agric. Handb. 276. 1696 pp.

Philip, C.B. 1966. New North American Tabanidae. XVIII. New species and addenda to a nearctic catalog. Ann. Entomol. Soc. Am. 59: 519-527.

Procunier, W.S. 1975a. A cytological study of two closely related black fly species: *Cnephia dacotensis* and *Cnephia ornithophilia*. Can. J. Zool. 53: 1622-1637.

Procunier, W.S. 1975b. B-chromosomes of *Cnephia dacotensis* and *C. ornithophilia*. Can. J. Zool. 53: 1638-1647.

Procunier, W.S. 1980. Cytological studies in *Metacnephia* and *Cnephia* s. st. (Diptera: Simuliidae). Ph.D. thesis. University of Toronto.

Rempel, J.G. 1950. A guide to the mosquito larvae of western Canada. Can. J. Res. Sect. D. 28: 207-248.

Rempel, J.G. 1953. The mosquitoes of Saskatchewan. Can. J. Zool. 31: 433-509.

Rothfels, K.H. 1979. Cytotaxonomy of black flies (Simuliidae). Ann. Rev. Entomol. 24: 507-539.

Rothfels, K.H. and Basrur, P.K. 1960. The interrelations of *Prosimulium hirtipes* (Fries) and allied European and North American species (Diptera: Simuliidae) - A salivary gland chromosome study. Verb. 11th Int. Kongr. Entomol., Wien, Vol. 1. p. 435.

Rothfels, K.H. and Dunbar, R.W. 1953. The salivary gland chromosomes of the black fly *Simulium vittatum* Zett. Can. J. Zool. 31: 226-241.

Rothfels, K. and Featherston, D. 1981. The population structure of *Simulium vittatum* (Zett.): the IIIL-1 and IS-7 sibling species. Can. J. Zool. 59: 1857-1883.

Rothfels, K.H. and Freeman, D.M. 1966. The salivary gland chromosomes of three North American species of *Twinnia*. Can. J. Zool. 44: 937-945.

Rothfels, K.H. and Freeman, D.M. 1977. The salivary gland chromosomes of seven species of *Prosimulium* in the mixtum (IIIL-1) group. Can. J. Zool. 55: 482-507.

Rothfels, K.H., Feraday, R. and Kaneps, A. 1978. A cytological description of sibling species of *Simulium venustum* and *S. verecundum* with standard maps for the subgenus *Simulium* Davies. Can. J. Zool. 56: 1110-1128.

Shewell, G.E. 1957. Interim report on distributions of the black flies (Simuliidae) obtained in the northern insect survey. Can. Dep. Nat. Def., Def. Res. Bd. Environ. Prot. Tech. Rep. 7.

Shewell, G.E. 1959. New Canadian black flies (Diptera: Simuliidae). III. Can. Entomol. 91: 686-697.

Smith, M.E. 1958. The *Aedes* mosquitoes of New England. Part I: Key to adult females. Bull. Brooklyn Entomol. Soc. 53(2): 39-47.

Smith, M.E. 1969. The *Aedes* mosquitoes of New England (Diptera: Culicidae) II. Larvae: keys to instars, and to species exclusive of first instar. Can. Entomol. 101(1): 41-51.

Sommerman, K.M. 1953. Identification of Alaskan black fly larvae (Diptera: Simuliidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 55: 258-273.

Sommerman, K.M. 1958. Two new species of Alaskan *Prosimulium*, with notes on closely related species (Diptera: Simuliidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 60: 193-202.

Sommerman, K.M. 1962. *Prosimulium doveri*, a new species from Alaska, with keys to related species (Diptera: Simuliidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 63: 225-235.

Sommerman, K.M. 1964. *Prosimulium esselbaughi* n. sp., the Alaskan *P. hirtipes* 2(Diptera: Simuliidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 66: 141-145.

Steward, C.C. and McWade, J.W. 1961. The mosquitoes of Ontario (Diptera: Culicidae) with keys to the species and notes on distribution. Proc. Entomol. Soc. Ont. 91: 121-188. (1960).

Stone, A. 1938. The horseflies of the subfamily Tabaninae of the nearctic region. U.S. Dept. Agric. Misc. Publ. 305. 171 pp.

Stone, A. 1952. The Simuliidae of Alaska. Proc. Entomol. Soc. Wash. 54: 69-96.

Stone, A. 1964. Guide to the insects of Connecticut. Part VI. The Diptera or true flies of Connecticut. Ninth Fascicle (part). Family Simuliidae. Stud. Geol. Nat. Hist. Survey Bull. 97.

Stone, A. 1965. Family Simuliidae. *In* A catalog of the Diptera of America north of Mexico. *Edited by* A. Stone, C.W. Sabrosky, W.W. Wirth, R.H. Foote and J.R. Coulson. USDA, Agric. Handb. 276. 1696 pp.

Stone, A. and Jamnback, H.A. 1955. The black flies of New York State (Diptera: Simuliidae). Bull. N.Y. State Mus. 349.

Stone, A., Knight, K.L. and Starcke, H. 1959. A synoptic catalog of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae). Entomol. Soc. Am. (Thomas Say Found.) Wash. 6: 1-358.

Syme, P.D. and Davies, D.M. 1958. Three new Ontario black flies of the genus *Prosimulium* (Diptera: Simuliidae). I. Descriptions, morphological comparisons with related species, and distribution. Can. Entomol. 90; 697-719.

Teskey, H.J. 1969. Larvae and pupae of some eastern North American Tabanidae (Diptera). Mem. Entomol. Soc. Can. 63. 147 pp.

Teskey, H.J. 1980. Personal communication to Wood, M.

Teskey, H.J. and Burger, J.F. 1976. Further larvae and pupae of eastern North American Tabanidae (Diptera). Can. Entomol. 108: 1085-1096.

Teskey, H.J. and Thomas, A.W. 1979. Identity of *Hybomitra typhus* and description of a new species previously confused with it (Diptera: Tabanidae). Can. Entomol. 111: 343-350.

Thomas, A.W. 1973. The deer flies (Diptera: Tabanidae: *Chrysops*) of Alberta. Quaest. Entomol. 9: 161-171.

Thomas, A.W. 1978. Records of horse flies and deer flies (Diptera: Tabanidae) in New Brunswick. Can. J. Zool. 56: 1546-1549.

Twinn, C.R. 1936. The blackflies of eastern Canada (Simuliidae, Diptera). Can. J. Res.Sect. D. 14: 97-150.

Vockeroth, J.R. 1954. Notes on the identities and distributions of *Aedes* species of northern Canada, with a key to the females (Diptera: Culicidae). Can. Entomol. 86(6): 241-255.

Webb, D.M., Pechuman, L.L. and Teskey, H.J. The Tabanidae of Illinois. Ill. Nat. Hist. Surv. Bull. (In press.)

Wirth, W.W. 1952. The Heleidae of California. Univ. Calif. Berkeley Pub. Entomol. 9: 95-266.

Wirth, W.W. 1965. Family Ceratopogonidae (Heleidae). *In* A catalog of the Diptera of America north of Mexico; *Edited by* A. Stone, C.W. Sabrosky, W.W. Wirth, R.H. Foote and J.R. Coulson. USDA, Agric. Handb. 276. 1696 pp.

Wirth, W.W. 1977. A new *Culicoides* biting midge from California (Diptera: Ceratopogonidae). Pan-Pacific Entomol. 53: 53-55.

Wirth, W.W. and Rowley, W.A. 1971. A revision of the *palmerae* group of the genus *Culicoides*. J. Kans. Entomol. Soc. 44: 153-171.

Wirth, W.W., Ratanaworabhan, N.C. and Messersmith, D.H. 1977. Natural History of Plummers Island, Maryland. XXII. Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae). 1. Introduction and key to genera. Proc. Biol. Soc. Wash. 90: 615-647.

Wood, D.M. 1963. An interpretation of the phylogeny of the *Eusimulium* group with descriptions of six new species. Ph.D. thesis. McMaster Univ., Hamilton, Ontario. 234 pp.

Wood, D.M. 1977. Notes on the identities of some common nearctic *Aedes* mosquitoes (Diptera: Culicidae). Mosq. News 37: 71-81.

Wood, D.M. 1978. Taxonomy of the nearactic species of *Twinnia* and *Gymnopais* and a discussion of the ancestry of the Simuliidae. Can. Entomol. 110: 1297-1337.

Wood, D.M., Peterson, B.V., Davies, D.M. and Gyorkos, H. 1963. The black flies (Diptera: Simuliidae) of Ontario. II. Larval identification, with descriptions and illustrations. Proc. Entomol. Soc. Ont. 93(1962): 99-129.

Wood, D.M., Dang, P.T. and Ellis, R.A. 1979. The insects and arachnids of Canada. Part 6. The mosquitoes of Canada Diptera: Culicidae. Agric. Can. Publ. 1686. 390 pp.

APPENDICE III.0 LUTTE CONTRE LES MOUSTIQUES EN ONTARIO, 1976-1977

G.A. Surgeoner et B.V. Helson
Department of Environmental Biology
Université de Guelph
Guelph (Ontario)

L'encéphalite de Saint-Louis a été signalée pour la première fois dans le sud-ouest de l'Ontario en 1975 lors de l'apparition de 66 cas dont 5 se sont avérés mortels. La province de l'Ontario a pour la première fois, en réaction à cette épidémie sans précédent, mis sur pied d'importants programmes de lutte contre les moustiques. La plus grande partie des programmes ont porté sur le sud-ouest de l'Ontario. On en trouvera le résumé, pour l'année 1976, dans la publication du ministère de l'Environnement de l'Ontario Mosquito Control, 1976 Municipal Abatement Programs. Nous résumons ici les renseignements présentés dans ce rapport.

1. Permis

Il est essentiel d'être détenteur de deux permis pour mettre sur pied un programme municipal:

i) Un permis d'exploitant qui assure que la municipalité dispose d'une assurance cautionnement,

ii) Un permis d'exterminateur qui assure des connaissances techniques et de la sécurité d'utilisation des pesticides.

Autorisations: Des autorisations pour le traitement de plans d'eau ont été accordées aux municipalités qui, lors de leurs demandes au ministère de l'Environnement, avaient indiqué qu'elles avaient fait un relevé et cartographié les aires de reproduction de leur territoire et qu'elles étaient préparées à y effectuer des traitements.

2. Lutte

i) La lutte a, en 1976, été effectuée au niveau municipal avec l'aide du personnel du ministère de l'Environnement. Cinq entomologistes ont été chargés de l'identification des moustiques pour toutes les municipalités intéressées.

ii) L'un des principaux objectifs du programme de lutte provincial était de rendre la population consciente de la nécessité de la lutte contre les moustiques, des méthodes de lutte, de la protection de la population et de la réduction des aires favorables à la reproduction des insectes

situées près des habitations. A cette fin, les ministères de l'Environnement et de la Santé de l'Ontario ont mis sur pied une importante campagne d'information faisant appel à la radio, aux journaux et à la distribution de brochures.

3. Financement

Le ministère de la Santé de l'Ontario a pris à sa charge jusqu'à 75% des coûts des équipements, des insecticides et du transport. Les municipalités ont défrayé les coûts de main-d'oeuvre, etc.

4. Coût

Le coût total des programmes municipaux a été de $429,073.19 si l'on se base sur les rapports municipaux (Tableau III-1). De ceux-ci, 60% avaient trait à la main-d'oeuvre et au contrôle. Il faut noter ici que les coûts relatifs aux équipements et aux insecticides représentent une bonne part de ce budget, les municipalités ayant lancé de tels programmes pour la première fois.

5. Insecticides

On a utilisé, dans le cadre des programmes, 16,020 lbs (7,273 kg) de Abate 2G, et l'un des cantons, celui de Mara pratiquant la lutte contre les moustiques depuis un certain temps en a utilisé 11,000 lbs (4,994 kg). Les autres insecticides utilisés ont été le Abate 4E, 1,614 oz (45.92 L), le Baygon 35.75 ga. (172.48 L), le Dursban 2E, 303 oz (86.1 L), le Dursban 2½G, 20 lbs (9.1 kg), le Flit MLO, 137 gal. (623.58 L), le Malathion, 134 gal. (619.03 L) et le Tossit, 3,049 capsules.

Programmes de lutte en 1977

La moindre activité du virus SLE et la campagne d'information moins importante de 1977 se sont traduites par un déclin marqué des programmes de lutte contre les moustiques. Un bon nombre de municipalités n'ont plus de programme de lutte et, dans les autres cas, les programmes sont réduits. En 1977, la plupart des programmes de lutte contre les moustiques étaient contrôlés et planifiés par les agents des services de santé plutôt que par les municipalités.

Commentaires

Le principal problème souligné par le ministère de l'Environnement et les chercheurs de l'Université de Guelph a trait au manque de continuité au niveau de personnel expérimenté. Les programmes de lutte font actuellement appel à des étudiants qui doivent être formés à chaque été et qui ne deviennent vraiment expérimentés dans les domaines de

l'utilisation des insecticides, de l'identification des habitats de moustiques, etc. que vers la fin de la saison.

Tableau III-1. Dépenses faites par les municipalités pour la lutte contre les moustiques dans le sud-ouest de l'Ontario, 1976.

Endroits	Produits	Quantités utilisées[a]	Coût totaux[b]
Comté de Essex	Abate 4E Abate 2G Dursban 2E Baygon	250 once fl. 264 lbs 87 oz 20.75 gal	$32,501.49 ($16,670.00)
Windsor	Abate 4E Abate 2G Dursban Baygon Malathion Flit MLO	229 oz 180 lbs 216 oz 10 gal 101 gal 135 gal	$49,379.66 ($30,755.23)
Chatham	Abate 4E Malathion (brouillard)	170 oz 4.5 gal	$ 6,327.87 ($3,717.84)
Ridgetown	Abate 4E Dursban 2½G	1.5 oz fl I.A.[c] 2 lbs/acre	Non signalés
Wallaceburg	Abate 2G Malathion (brouillard)	57 lbs 30 gal	$ 3,008.80 ($2,415.00)
Blenheim	Abate 4E Dursban 2½G	1.5 oz fl/acre 2 lbs prod/acre	Non signalés
Canton de Harwick	Abate 4E Dursban 2½G	1.5 oz fl/acre 2 lbs/acre	Non signalés
Sarnia	Abate 4E Dursban 2½G	1.5 oz fl/acre 2 lbs/acre	Non signalés
Canton de Sarnia	Dursban (60.80 litres) Dursban 2½G	38.83 once fl 20 lbs	$ 8,965.77 ($7,106.67)
London	Abate 4E Malathion (brouillard)	1.5 gal 20 gal	$13,350.00 ($9,095.00)
Comté de Elgin	Abate 2G Baygon	90 lbs 5 gal	$13,888.38 ($5,460.00)
Comté de Oxford	Abate 2G Malathion	300 lbs 1 gal	$13,427.00 ($9,383.00)
Haldimand-Norfolk	Abate 2G	100 lbs	$ 9,600.00 ($3,600.00)
Comté de Brant	Abate 2G	32.35 lbs	$ 8,550.00 ($4,228.83)
Munic. de Waterloo	Abate 2G Tossit	275.75 lbs 87 capsules	$21,159.00 ($18,478.92)
Hamilton-Wentworth	Abate 2G Abate 4E Pyrethrin Tossit Malathion (brouillard)	440 lbs 1 gal 900 capsules 7 gal	$20,065.74 ($12,218.00)
Niagara	Abate 2G Malathion Pyrethrin Tossit	680 lbs 8 oz 200 capsules	$ 7,700.00 ($3,700.00)
Welland	Abate 2G Abate 4E	154 lbs 7 oz	$ 6,175.45 ($2,505.25)
Grimsby	Abate 2G	44 lbs	$ 1,238.75 ($ 680.00)
Lincoln	Abate 2G	22 lbs	$ 4,188.71 ($3,487.18)

Endroits	Produits	Quantités utilisées	Coût totaux
Thorold	Abate 2G	125 lbs	$ 1,195.00 ($ 420.00)
Niagara Falls	Abate 2G	176 lbs	Non signalés
St. Catharines	Abate 2G	100 lbs	$ 2,330.00 ($1,530.00)
Canton de Wainfleet	Abate 2G	22 lbs	$ 690.00 ($ 242.45)
Fort Erie	Methoxychlore	(non signalés)	$ 9,783.63 ($5,392.63)
Ministère des Transports et Commun.	Tossit Abate 4E	600 capsules 78 oz	$ 4,244.35 ($2,146.00)
Niagara Conserv. Authority	Abate 2G	66 lbs	$ 3,147.40 ($1,445.76)
Niagara Parks	Abate 2G	66 lbs	$ 1,105.38 ($ 752.18)
Niagara Hydro	Abate 2G	88 lbs	$ 7,000.00 ($4,387.80)
Ministère des Ressources naturelles	Abate 2G	10 lbs	$ 2,400.00 ($1,900.00)
Niagara (Services de santé)	Pyrethrin Tossit Malathion	972 capsules .5 gal	$11,752.81 ($11,668.90)
Comté de Lincoln (Education)	Malathion	20 oz	$ 108.00 ($ 108.00)
Burlington	Abate 2G	25 lbs	$ 4,000.00 ($2,400.00)
Halton Hills	Abate 2G	37 lbs	$ 2,462.18 (non signalés)
Oakville	Abate 2G	9 lbs	$11,400.00 ($10,000.00)
Halton (région)	Abate 2G	15 lbs	$ 6,107.11 ($4,400.00)
Halton Conservation	Abate 2G	3 lbs	$ 868.23 ($ 558.95)
Milton	Abate 2G	20 lbs	$58,513.45 ($2,640.00)
Peel (municipalité)	Abate 4E Dursban Abate 2G	Quantités exactes non signalées	$58,513.45 (non signalés)
Toronto	Abate 2G Tossit Flit MLO	37 lbs 50 capsules 2 gal	$21,051.00 ($16,444.00)
York	Abate 4E Abate 2G	80 oz 25 lbs	$ 1,756.12 ($ 861.21)
Etobicoke	Abate 4E Tossit	400 oz 240 capsules	$13,337.98 ($10,418.20)
Scarborough	Abate 2G Flit MLO	120 lbs 3.5 gal	$13,618.89 (8,000.00)
North York	Abate 2G	160 lbs	$31,712.52 ($28,445.65)
Toronto (port)	Abate 2G	25 lbs	Non signalés
Parcs (métropolitain)	Abate 2G	103 lbs	$17,086.51 (non signalés)
Travaux publics (métropolitain)	Abate 2G	33 lbs	$12,148.55 ($10,301.86)

Endroits	Produits	Quantités utilisées	Coût totaux
Orillia	Abate 2G	316 lbs	$ 3,500.00 (non signalés)
Canton de Mara	Abate 2G	11,800 lbs	Non signalés
TOTAUX	Abate 2G	16,020 lbs	$464,785.76 Coût total
	Abate 4E	1,614 oz	
	Tossit	3,049 capsules	($257,964.51 Coût total de main d'oeuvre)
	Dursban 2E	303 oz	
	Dursban 2½G	20 lbs	
	Malathion	164 gal	
	Baygon	35.75 gal	
	Flit MLO	140.5 gal	

NOTE: Le ministère de la Santé a financé à 75% les coûts relatifs aux équipements, insecticides, transports et aux frais divers, mais non les coûts de main-d'oeuvre.

Cinq entomologistes à la retraite - base contractuelle
- principaux coûts de surveillance et de contrôle
- services défrayés par le ministère de l'Environnement de l'Ontario

---

[a] 1 once fl. (Can.) = 28.413 mL
1 gal. (Can.) = 4.546 L
1 lb = 0.4536 kg
1 acre = 4047 m^2

[b] Coûts de main-d'oeuvre et d'équipements entre parenthèses.

[c] I.A. = ingrédient actif.

APPENDICE IV.0 MANUELS ET GUIDES DE FORMATION RELATIFS A LA LUTTE CONTRE LES MOUSTIQUES

AERIAL CONTROL OF FOREST INSECTS IN CANADA. 1974. 330 pp. Unipub, Box 433, Murray Hill Station, New York, N.Y. 10016.

BLACK FLIES. 1973. 19 pp. Fredeen, F.J.H. Canada Dept. Agric. Publ. 1499.

BRITISH COLUMBIA MOSQUITO CONTROL GUIDE. 1978. B.C. Min. of Agriculture Publications 78-14. Victoria, B.C.

CANADIAN FORCES MANUAL ON PEST CONTROL. 1981. 4th Edition. Dept. of National Defence, Ottawa, Canada. A-MD-115-001/FP 001.

COLLECTION AND PROCESSING OF VERTEBRATE SPECIMENS FOR ARBOVIRUS STUDIES. 1978. 64 pp. DHEW, USPHS, CDC, Atlanta, Ga. 30333.

CONTROLLING MOSQUITOES AND BLACK FLIES IN ONTARIO. 1979. 22 pp. Ont. Min. Environ., Health and Natl. Res., Toronto, Ont.

GUIDELINES FOR MOSQUITO CONTROL IN MANITOBA. 1976. 19 pp. Brust, R.A., Ellis, R.A. and Plews, K.W. Manitoba Dept. Mines, Resources and Environ. MGMT, Winnipeg, Man.

HANDBOOK FOR PESTICIDE APPLICATIONS AND PESTICIDE DISPENSERS. 1980. 233 pp. Miller, A.V. and Craig, S.M.L. British Columbia Min. Environ., Pesticide Control Branch, Victoria, B.C.

LABORATORY GUIDE TO MEDICAL ENTOMOLOGY WITH SPECIAL REFERENCE TO MALARIA CONTROL. 1945. 225 pp. Naval Medical School, National Naval Medical Center, Bethesda, Md,

MANUAL FOR THE CONTROL OF COMMUNICABLE DISEASES IN CALIFORNIA. 1971. 560 pp. California State Dept. Health, Sacramento, Calif.

MOSQUITO ABATEMENT FOR PEST CONTROL SPECIALISTS. 1976. (Insert in Apr. 1976 Pest Control Magazine.) 20 pp. Pest Control Magazine, 98 Detroit Ave., Cleveland, Ohio. 77102.

MOSQUITO CONTROL GUIDE. 1977. 12 pp. Alberta Environment, Edmonton, Alta.

MOSQUITOES OF PUBLIC HEALTH IMPORTANCE AND THEIR CONTROL. 1977. 56 pp. DHEW, USPHS, CDC, Atlanta, Ga. 30333.

PEST CONTROL AND PUBLIC HEALTH. Vol. 5. 1976. 282 pp. Printing and Publishing Office, National Academy of Sciences, 2101 Constitution Ave. N.W., Washington, D.C. 20418.

REPORT OF THE SIXTH SESSION OF THE FAO PANEL OF EXPERTS ON INTEGRATED PEST CONTROL. Karachi, Pakistan. Oct. 20-23, 1975. 54 pp. FAO, United Nations, Via delle Terme di Caracalla, 00100, Rome, Italy.

SOIL CONSERVATION AND MANAGEMENT IN DEVELOPING COUNTRIES. FAO Soils Bulletin #33. 1977. 212 pp. FAO, United Nations, Unipub, Box 433, Murray Hill Station, New York, N.Y. 10016.

Study Guide: INSECTS, MITES AND OTHER INVERTEBRATES AND THEIR CONTROL IN CALIFORNIA. 1972. 138 pp. Agricultural Publications, University of California, Berkeley, Calif. 94720.

THE MOSQUITOES OF THE LOWER FRASER VALLEY, BRITISH COLUMBIA, AND THEIR CONTROL. 1926. Natl. Res. Council. Can. Rep. 17: 1-94.

TRAINING MANUAL FOR CALIFORNIA MOSQUITO CONTROL AGENCIES. 1976. CMCA Press, 1737 West Houston Ave., Visalia, Calif. 93277.

TRAINING MANUAL FOR COMMERCIAL PESTICIDE APPLICATORS (MOSQUITO CONTROL). Louisiana Cooperative Extension Service, Louisiana State University, Baton Rouge, La.

TRAINING MANUAL FOR MOSQUITO AND BITING FLY CONTROL IN COASTAL AREAS. 1974. 250 pp. Sea Grant Program, 1235 Burlington Laboratories, North Carolina State University, Raleigh, N.C. 27607.

WHO CHEMICAL METHODS FOR THE CONTROL OF VECTORS AND PESTS OF PUBLIC HEALTH IMPORTANCE. 1970. 279 pp. WHO, 1211 Geneva 27, Switzerland.

WHO EQUIPMENT FOR VECTOR CONTROL. 1974. 180 pp. WHO, 1211 Geneva 27, Switzerland.

WHO FIELD MANUAL FOR ANTILARVAL OPERATIONS IN MALARIA ERADICATION PROGRAMMES. 1969. 55 pp. Mimeo. WHO, 1211 Geneva 27, Switzerland.

WHO MANUAL ON LARVAL CONTROL OPERATIONS IN MALARIA PROGRAMMES. 1973. 200 pp. WHO, 1211 Geneva 27, Switzerland. Order from AMCA, Fresno, Calif.

WHO RECOMMENDED METHODS FOR VECTOR CONTROL. 1963. 227 pp. WHO, 1211 Geneva 27, Switzerland.

WHO TECH. REPORT #465. APPLICATION AND DISPERSAL OF PESTICIDES. 1971. 66 pp. WHO, 1211 Geneva 27, Switzerland.

WHO TERMINOLOGY OF MALARIA AND OF MALARIA ERADICATION. 1963. 127 pp. WHO, 1211 Geneva 27, Switzerland.

GLOSSAIRE

AMCA - American Mosquito Control Association

Arbovirus - Virus transmis par des arthropodes. Ils subsistent en milieu naturel par transmission biologique entre divers hôtes vertébrés sensibles (y compris l'homme), les réservoirs, chez lesquels ils produisent une virémie, et chez des arthropodes hématophages (moustiques, tiques, moucherons) les vecteurs, dans les tissus desquels ils se multiplient pour être ensuite retransmis au terme d'une période d'incubation dite extrinsèque.

BCMCA - British Columbia Mosquito Control Association.

Benthos - Formes animales vivant au fond de l'eau à l'intérieur ou à la surface du substrat.

BFC - Base des Forces canadiennes.

BIOSIS - Biosciences Information Services.

Bti - *Bacillus thuringiensis* var. *israeliensis*.

C.A.C.S.E.E. - Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement.

CBFC - Canada Biting Fly Centre.

CDC - Centre for Disease Control.

CE - Virus de l'encéphalite de Californie (Bunyavirus transmis par des moustiques).

Cl_{50} - Concentration d'une toxine (ou valeur d'un autre paramètre comme le pH ou la température) à laquelle 50% des organismes testés meurent.

CNRA - Conseil national de recherches agricoles.

CNRC - Conseil national de recherches du Canada.

Conjonctivite - Inflammation de la muqueuse couvrant la face antérieure du globe oculaire et l'intérieur des paupières.

CRSNG - Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie.

DDT - Dichloro-diphényl-trichloréthane.

Deet - Diéthyltoluamide (insectifuge).

EEE - Virus de l'encéphalo-myélite de l'Est (Alphavirus transmis par des moustiques).

Encéphalite - Inflammation du cerveau.

Encéphalo-myélite - Inflammation du cerveau et de la moëlle épinière.

FC - Forces canadiennes.

Filet Surber - Filet employé pour échantillonner le matériel biologique du fond des lacs et des cours d'eau.

Filaires - Nématodes parasites vivant au stade adulte dans les tissus d'un hôte et libérant leurs larves dans les liquides corporels (habituellement le sang) de ce dernier d'où elles sont adsorbées par les vecteurs.

Hématophage - Qui se nourrit de sang.

Hyporhéique - Zone du lit d'un cours d'eau colonisable par des organismes vivants, commençant à l'interface eau-substrat et s'étendant sur environ un mètre de profondeur.

Incubation extrinsèque - période s'écoulant entre l'absorption d'un virus par un arthropode (habituellement par ingestion de sang) et la transmission par piqûre à un vertébré sensible.

Indicateur (animal) - Vertébré sensible, placé dans un milieu qu'on présume être un foyer d'infection arbovirale, dont on analyse le sang régulièrement pour y détecter une virémie ou des anticorps afin de déterminer le moment d'infection et de recueillir des données sur l'organisme pathogène.

ISI - Institute for Scientific Information.

Lacustre - Relatif à ou qui pousse dans un lac.

Leishmanioses - Maladies causées par des protozoaires (hémoflagellés) parasites du genre *Leishmania* transmis en milieu naturel par des moucherons du genre *Phlebotomus* (Psychodidés).

OMCA - Ontario Mosquito Control Association.

OMS - Organisation mondiale de la santé.

OMS/PLO - Organisation mondiale de la santé/Programme de lutte contre l'onchocercose.

ONC - Organismes non-cibles, c.-à-d. se trouvant près du vecteur mais qui ne se sont pas visés par le traitement.

ORSTOM - Bulletin analytique d'entomologie médicale et vétérinaire de l'Office de la recherche scientifique et technique d'outre-mer.

RCI - Régulateur de la croissance des insectes.

Réservoir - Vertébré (oiseau ou mammifère) sensible, sauvage ou domestique, chez lequel se produit une virémie (souvent asymptomatique) à la suite d'une infection (arbovirale) et constituant, dès lors, une source naturelle de virus pour les arthropodes hématophages.

SBSC - Santé et Bien-être social Canada.

Sérotype - Subdivision d'une espèce ou d'une sous-espèce se distinguant des autres lignées par ses caractéristiques antigéniques.

SLE - Virus de l'encéphalite de St-Louis (Flavivirus transmis par des moustiques).

SSH - Virus du type Snowshoe hare (sérotype du groupe de l'encéphalite de Californie transmis par des moustiques).

Subclinique - Infection virale ne provoquant pas de maladie (asymptomatique).

Survie à l'hiver (virus) - Survie des virus dans un foyer d'infection naturel durant l'hiver (absence de transmission) jusqu'à l'été suivant (saison de transmission naturelle).

T.N.-O. - Territoires du Nord-Ouest.

Thalweg - Trajectoire que suit le principal courant dans un cours d'eau (habituellement la portion du lit la plus profonde du profil).

TIMT - Taux d'infection minimum sur le terrain. Nombre de virus isolés par rapport au nombre de moustiques d'une espèce donnée analysés.

Tiques (ixodidés) - Tiques de la famille des ixodidés attaquant parfois l'homme et transmettant de nombreuses maladies de l'homme et des animaux comme la paralysie à tiques, la fièvre boutonneuse et l'encéphalo-myélite virale.

Trypanosomes - Parasites Flagellés vivant dans les liquides corporels (habituellement le sang) de leurs hôtes et transmis en milieu naturel par plusieurs groupes d'insectes piqueurs.

Vecteur - Arthropode hématophage transmettant des micro-organismes pathogènes ou des nématodes parasites.

Virémie - Circulation des virus dans le sang.

WEE - Encéphalo-myélite équine de l'Ouest (Alphavirus transmis par des moustiques).

BIBLIOGRAPHIE

Abban, E.K. and Samman, J. 1980. Preliminary observations on the effect of the insect larvicide Abate on fish catches in the River Oti, Ghana. Environ. Pollut. Ser. A 21: 307-311.

Abdelnur, O.M. 1968. The biology of some black flies (Diptera: Simuliidae) of Alberta. Quaest. Entomol. 4: 113-174.

Adamson, J.D., Bowman, M. and MacDonnell, J.A. 1950. The future of western equine encephalitis. Manit. Med. Rev. 30: 366-368.

Addison, E.M. 1973. Life cycle of *Dipetalonema sprenti* Anderson (Nematoda: Filarioidea) of beaver *Castor canadensis*. Can. J. Zool. 51: 403-416.

Addison, E.M. 1980. Transmission of *Dirofilaria ursi* Yamaguti, 1941 (Nematoda: Onchocercidae) of black bears (*Ursus americanus*) by black flies (Simuliidae). Can. J. Zool. 58: 1913-1922.

American Mosquito Control Association. 1982. Biocontrol of mosquitoes. AMCA Bull. 6. (in press).

Anderson, R.C. 1956. The life cycle and seasonal transmission of *Ornithofilaria fallisensis* Anderson, a parasite of domestic and wild ducks. Can. J. Zool. 34: 485-525.

Angerilli, N.P.D. 1980. Influences of freshwater vegetation on the survival and oviposition by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Can. Entomol. 112: 1249-1252.

Angerilli, N.P.D. and Beirne, B.P. 1974. Influences of some freshwater plants on the development and survival of mosquito larvae in British Columbia. Can. J. Zool. 52: 813-815.

Angerilli, N.P.D. and Beirne, B.P. 1980. Influences of aquatic plants on colonization of artificial ponds by mosquitoes and their insect predators. Can. Entomol. 112: 793-796.

Angus, T.A. 1978. Lament at Lansing - environmental safety aspects of *Bacillus thuringiensis*. Soc. Invertebrate Pathol. Newsletter 10: 5-6.

Anon. 1902. Ile de Terre-Neuve in "Instructions Nautiques" No. 830. Ministère de la Marine, Paris.

Anon. 1947. Malaria control on impounded waters. U.S. Fed. Sec. Agency:U.S. Public Healtn Serv. and TVA. xiii + 422 pp.

Anon. 1975. Toxicological properties: Altosid technical. *In* Altosid SR10 mosquito growth regulator (Zoecon Corp. information brochure).

Anon. 1977. Master of Pest Management (M.P.M.) Circular No. 7. Simon Fraser University, Burnaby, B.C. V5A 1S6.

Anthony, D.W. 1960. Tabanidae attracted to an ultraviolet light trap. Fla. Entomol. 43: 77-80.

Armstrong, R.L. 1941. *Mansonia perturbans* (Walk.) on Cape Cod. Proc. N.J. Mosq. Exterm. Assoc. 28: 184-188.

Arnason, A.P., Brown, A.W.A., Fredeen, F.J.H., Hopewell, W.W. and Rempel, J.G. 1949. Experiments in the control of *Simulium arcticum* Malloch by means of DDT in the Saskatchewan River. Sci. Agric. 29: 527-537.

Artsob, H. and Spence, L. 1979. Arboviruses in Canada. *In* Arctic and tropical arboviruses. Academic Press Inc., New York. pp. 39-65.

Artsob, H. and Spence, L. 1980. Human arboviral infections in Canada, 1976-1979. Can. Dis. Wkly Rep., Health and Welfare Canada 6(2): 5-6.

Artsob H. and Spence, L. 1981. Human arboviral infections in Canada, 1980. Can. Dis. Wkly. Rep., Health and Welfare Canada 7(39): 194.

Artsob, H., Wright, R., Shipp, L., Spence, L. and Th'ng, C. 1975. California encephalitis virus activity in mosquitoes and horses in southern Ontario, 1975. Can. J. Microbiol. 24: 1544-1547.

Artsob, H., Spence, L., Th'ng, C. and Gillani, A. 1978. Dengue fever in travellers returning to Canada. Can. Dis. Wkly. Rep., Health and Welfare Canada 4(5): 18.

Artsob, H., Spence, L. and Th'ng, C. 1979. Serological survey of Niagara and Windsor residents for arbovirus antibodies. *In* Arboviral encephalitides in Ontario with Special Reference to St. Louis encephalitis. Ontario Ministry of Health. pp. 149-162.

Artsob, H., Spence, L., Caughey, W.G. and Wherrett, J.R. 1981. Aseptic meningitis in Ontario. Can. Med. Assoc. J. 125: 958-962.

Aubin, A., Bourassa, J.P. and Pellisier, M. 1973. An effective emergence trap for the capture of mosquitoes. Mosq. News 33: 251-252.

Back, C, Lanouette, J.-G. and Aubin, A. 1979. Preliminary tests on the use of temephos for the control of black flies (Diptera: Simuliidae) in northern Quebec. Mosq. News 39(4): 762-767.

Baldwin, W.F. and Gross, H.P. 1972. Fluctuations in numbers of adult black flies (Diptera: Simuliidae) in Deep River, Ontario. Can. Entomol. 104: 1465-1470.

Barnard, D.R. 1979. A vehicle-mounted insect trap. Can. Entomol. 111: 851-854.

Barnard, D.R. and Mulla, M.S. 1977. A non-attractive sampling device for the collection of adult mosquitoes. Mosq. News 37: 142-144.

Barnes, C.M. and Cibula, W.G. 1979. Some implications of remote sensing technology in insect control programs including mosquitoes. Mosq. News 38: 271-282.

Barr, A.R., Smith, T.A. and Boreham, M.M. 1960. Light intensity and the attraction of mosquitoes to light traps. J. Econ. Entomol. 53: 876-880.

Barr, A.R., Smith, T.A., Boreham, M.M. and White, K.E. 1963. Evaluation of some factors affecting the efficiency of light traps in collecting mosquitoes. J. Econ. Entomol. 56: 123-127.

Bartlett, C.M. 1981. (Personal communication.) Department of Zoology, Univ. of Guelph, Guelph, Ont. Unpublished Ph.D. thesis.

Bartlett, C.M. and Anderson, R.C. 1980. Development of *Chandlerella chitwoodae* Anderson, 1961 (Filarioidea: Onchocercidae) in *Culicoides stilobezzioides* Foote and Pratt and *C. travisi* Vargas (Diptera: Ceratopogonidae). Can. J. Zool. 58: 1002-1006.

Barton, D.R. 1980. Benthic macroinvertebrate communities of the Athabasca River near Ft. Mackay, Alberta. Hydrobiologia 74: 151-160.

Beirne, B.P. 1967. Pest management. Leonard Hill, London. 123 pp.

Bellamy, R.E. and Reeves, W.C. 1952. A portable mosquito bait trap. Mosq. News 12: 256-258.

Bellavance, R., Rossier, E., Lemaitre, M., Willis, N.G. and Belanger, P. 1973. Eastern equine encephalomyelitis in eastern Canada - 1972. Can. J. Public Health 64: 189-190.

Belton, P. and Belton, E. The mosquitoes of British Columbia. B.C. Prov. Mus. Handb. (in press)

Belton, P. and Pucat, A. 1967. A comparison of different lights in traps for *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). Can. Entomol. 99: 267-273.

Bennett, G.F. and Campbell, A.G. 1972. Avian Haemoproteidae. I. Description of *Haemoproteus fallisi* n. sp. and a review of the haemoproteids of the family Turdidae. Can. J. Zool. 50: 1269-1275.

Berge, T.O. (Editor.) 1975. International catalogue of Arboviruses 2nd edition. U.S. Department of Health, Education and Welfare Publ. No. (CDC) 75-8301, updated to March 1980 by the Subcommittee on Information Exchange of the American Committee on Arthropod-borne Viruses.

Bidlingmayer, W.L. 1954. Description of a trap for *Mansonia* larvae. Mosq. News 14: 55-58.

Bidlingmayer, W.L. 1957. Studies on *Culicoides furens* (Poey) at Vero Beach. Mosq. News 17: 292-204.

Bidlingmayer, W.L. 1966. Use of the truck trap for evaluating adult mosquito populations. Mosq. News 26: 139-143.

Bidlingmayer, W.L. 1968. Larval development of *Mansonia* mosquitoes in central Florida. Mosq. News 28: 51-57.

Bidlingmayer, W.L. 1974. The influence of environmental factors and physiological stage on flight patterns of mosquitoes taken in the vehicle aspirator and truck, suction, bait and New Jersey light traps. J. Med. Entomol. 11: 119-146.

Bishop, J. 1973. Observations on the vertical distribution of the benthos in a Malaysian stream. Invertebrate Biol. 3: 147-156.

Blume, R.R., Miller, J.A., Eschle, J.L., Matter, J.J. and Pickens, M.O. 1972. Trapping tabanids with modified Malaise traps baited with CO_2. Mosq. News 32: 90-95.

Bracken, G.K., Hanec, W. and Thorsteinson, A.J. 1962. The orientation of horse flies and deer flies (Tabanidae: Diptera). II. The role of some visual factors in the attractiveness of decoy silhouettes. Can. J. Zool. 40: 685-695.

Bradbury, W.C. and Bennett, G.F. 1974a. Behavior of adult Simuliidae (Diptera). I. Response to color and shape. Can. J. Zool. 52: 251-259.

Bradbury, W.C. and Bennett, G.F. 1974b. Behavior of adult Simuliidae (Diptera). II. Vision and olfaction in near-orientation and landing. Can. J. Zool. 52: 1355-1364.

Bruce, W.N. and Decker, G.C. 1958. The relationship of stable fly abundance to milk production in dairy cattle. J. Econ. Entomol. 51: 269-274.

Burdick, G., Dean, H., Skea, J. and Frisca, C. 1974. Effect of black-fly larviciding in some Adirondack streams. N.Y. Fish Game J. 21: 1-17.

Burton, A.N., McLintock, J.R., Spalatin, J. and Rempel, J.G. 1966. Western equine encephalitis in Saskatchewan birds and mammals mammals 1962-63. Can. J. Microbiol. 12: 132-141.

Burton, A.N., McLintock, J.R. and Francy, D.B. 1973. Isolation of St. Louis encaphalitis and Cache Valley viruses from Saskat-chewan mosquitoes. Can. J. Public Health 64: 368-373.

Butler, G.D. 1965. A modified Malaise insect trap. Pan-Pac. Entomol. 41: 51-53.

Byrne, M. 1975. Estuarine studies. Vancouver Environment Education Project, University of B.C. 86 pp.

Cabot, W.B. 1912. In Northern Labrador. Gorham, Boston. vii + 292 pp.

Cameron, A.E. 1922. The morphology and biology of a Canadian cattle-infesting black fly, *Simulium simile* Mall. (Diptera: Simuli-idae). Can. Dept. Agric. Bull. 5(N.S.): 1-20.

Campbell, C.A.R. 1925. Bats, mosquitoes and dollars. The Stratford Co., Boston. viii + 262 pp.

Campbell, J.B. 1977. The economics of livestock insects at the feedlot and on the range. Proc. 21st Cattle Feeders Day. South Dakota State University. pp 84-87.

Carlsson, G., Elsen, P. and Müller K. 1981. Trapping technology-larval blackflies. *In* Blackflies: the future for biological methods in integrated control. *Edited by* M. Laird. Academic Press, London. pp. 283-286.

Carver, J. 1799. The New Universal Traveller. G. Robinson, London. 668 pp.

Catts, E.P. 1970. A canopy trap for collecting Tabanidae. Mosq. News 30: 472-474.

Center for Disease Control: Encephalitis Surveillance Report. Annual Summary 1976, issued May 1977.

Center for Disease Control, Fort Collins. 1981. Personal communication to Laird, M.

Chalmers, G.A., Vance, H.N. and Mitchell, G.J. 1964. An outbreak of epizootic hemorrhagic disease in wild ungulates in Alberta. Wildl. Dis. 42: 1-6.

Chamberlin, J.C. and Lawson, F.R. 1945. A mechanical trap for the sampling of aerial insect populations. Mosq. News 5: 4-7.

Chance, M. 1980. Interim Report. Canada Biting Fly Centre, Winnipeg. Unpublished. 78 pp.

Chapman, H.C., Davidson, E.M., Laird, M. (Chairman), Roberts, D.W. and Undeen, A.H. 1979. Safety of microbial control agents to non-target invertebrates. Environ. Conserv. 6: 278-280.

Cheng, T-H. 1958. The effect of biting fly control on weight gain in beef cattle. J. Econ. Entomol. 51: 275-278.

Chutter, F.M. 1968. On the ecology of the fauna of stones in the current in a South African river supporting a very large *Simulium* (Diptera) population. J. Appl. Ecol. 5: 531-561.

CNRC. 1981. Interactions entre pesticides et pollinisateurs. Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement. CNRC nº 18472.

CNRC. 1982. Les effets du propoxur sur la qualité de l'environnement, notamment quant a son emploi dans la lutte contre les insectes piqueurs. Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement. CNRC nº 18573.

Colbo, M.H. 1981. Personal communication to Laird, M.

Colbo, M.H. and Porter, G.N. 1980. Distribution and specificity of Mermithidae (Nematoda) infecting Simuliidae (Diptera) in Newfoundland. Can. J. Zool. 58: 1483-1490.

Colbo, M.H. and Undeen, A.H. 1980. Effect of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* on non-target insects in stream trials for control of Simuliidae. Mosq. News 40: 368-371.

Corbet, P.S. 1965. An insect emergence trap for quantitative studies in shallow ponds. Can. Entomol. 97: 845-858.

Corbet, P.S. and Danks, H.V. 1973. Seasonal emergence and activity of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in a high-arctic locality. Can. Entomol. 105: 837-872.

Couch, J.N., Andreeva, R., Laird, M. and Nolan, R.A. 1979. *Tabanomyces milkoi* (Dudka and Koval) emend., n.g., a fungal pathogen of horseflies. Proc. Natl. Acad. Sci., U.S.A. 76: 2299-2309.

Cummins, K.W. 1962. An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. Am. Midl. Nat. 67: 477-504.

Currie, J. 1975 The viral content of mosquitoes taken in the Northwest Territories. Def. Res. Estab. Suffield Project.

Curtis, L.C. 1967. The mosquitoes of British Columbia. B.C. Prov. Mus. Occ. Paper 15: 1-90.

Curtis, L.C. 1968. A method for accurate counting of blackfly larvae (Diptera: Simuliidae). Mosq. News 28: 238-239.

Cutkomp, L.K. and Harvey, A.L. 1958. The weight responses of beef cattle in relation to control of horn and stable flies. J. Econ. Entomol. 51: 72-75.

Dashwood, R.L. 1871. "Chiploquorgan; or, Life by the Camp Fire in the Dominion of Canada and Newfoundland." R.T. White, Dublin.

Davidson, W.G., Snell, E., Joshua, J.M. and West, R. 1976. Human arboviral infection in Canada, 1975. Can. Dis. Wkly. Rep., Health and Welfare Canada 2(21): 81.

Davies, D.M. 1950. A study of the black fly population of a stream in Algonquin Park, Ontario. Trans. R. Can. Inst. 28: 121-150.

Davies, D.M. 1952. The population and activity of adult female black flies in the vicinity of a stream in Algonquin Park, Ontario. Can. J. Zool. 30: 287-321.

Davies, J.B. 1966. An evaluation of the emergence or box trap for estimating sand fly (*Culicoides* spp.: Heleidae) populations. Mosq. News 26: 69-72.

Davies, L. 1963. Seasonal and diurnal changes in the age-composition of adult *Simulium venustum* Say (Diptera) population near Ottawa. Can. Entomol. 95: 654-667.

de Barjac, H., Larget, I., Benichou, L., Cosmao, V., Viviani, G., Ripouteau, H. and Papion, S. 1980. Tests d'innocuité sur mammifères avec du serotype H 14 de *Bacillus thuringiensis*. WHO/VBC/80.761: 23 pp.

DeFoliart, G.R. 1972. A modified dry ice-baited trap for collecting hematophagous Diptera. J. Med. Entomol. 9: 107-108.

Dejoux, C. 1975. New technique for *in situ* testing of the impact of insecticides on non-target aquatic fauna. Mém. ORSTOM 13: 75-80.

Dejoux, C. 1977a. Action de l'Abate sur les invertébrés aquatiques. III. Effets des premiers traitments de la Bagoué. Rap. ORSTOM 14: 31 pp.

Dejoux, C. 1977b. Action de l'Abate sur les invertébrés aquatiques. IV. Devenir des organismes derivants à la suite des traitments. Rap. ORSTOM 15: 30 pp.

Dejoux, C. and Elouard, J.M. 1977. Action de l'Abate sur les invertébrés aquatiques cinétique de décrochment à court et moyen terme. Cah. ORSTOM, Ser. Hydrobiol. 11: 217-230.

Dejoux, C. and Troubat, J.J. 1974. Action *in situ* de l'Abate sur la faune aquatique non-cible. Toxicité à moyen terme en milieu tropicale. Convention No. V2 181 81 O.M.S./ORSTOM Rap. 1300: 52 pp.

Dejoux, C. and Troubat, J.J. 1976. Toxicité comparée de deux insecticides organophosphores sur la faune aquatique non-cible en milieu tropicale. Rap. ORSTOM 1: 79 pp.

De Loture, R. 1949. 3rd edition. Histoire de la Grande Pêche de Terre-Neuve. Gallimard, Paris. 254 pp.

Desser, S.S. 1977. Ultrastructural observations of the epimastigote stages of *Trypanosoma avium* in *Simulium rugglesi*. Can. J. Zool. 55: 1359-1367.

Dixon, R.D. 1973. Response of cattle to severe mosquito attack. Proc. 13th Annual Meeting Northwest Mosquito and Vector Control Association. Boise, Idaho. October 9-11. pp. 55-56.

Dixon, R.D. and Brust, R.A. 1972. Mosquitoes of Manitoba. III. Ecology of larvae in the Winnipeg area. Can. Entomol 104: 961-968.

Doby, J.M., Rault, B. and Beaucornu-Saguez, F. 1967. Utilisation de rubans de plastique pour la récolte des oeufs et des stades larvaires et nymphaux de Simulies (Diptères Paranématocères) et pour l'étude biologique de ceux-ci. Ann. Parasitol. Hum. Comp. 42: 651-657.

Downe, A.E.R. 1960. Blood meal sources and notes on host preferences of some *Aedes* mosquitoes (Diptera: Culicidae). Can. J. Zool. 38: 689-699.

Downes, J.A. 1972. Canadian records of *Phlebotomus vexator, Trichomyia nuda,* and *Maruina lanceolata* (Diptera: Psychodidae). Can. Entomol. 104: 1135-1136.

Downing, J.D. and Crans, W.J. 1977. The Ehrenberg pigeon trap as a sampler of *Culex* mosquitoes for St. Louis encephalitis surveillance. Mosq. News 37: 48-53.

Drummond, A.T. 1893. Some notes on the Rideau Canal, the sources of its water supply and its early history. Can. Rec. Sci. 5: 459-471.

Drummond, R.O. 1978. World food, pest losses, and the environment. *Edited by* D. Pimentel. AAAS Selected Symposia Series 13. Westview Press, Boulder, Col. 206 pp.

Dubitskii, A.M. 1973. Natural population regulatory factors affecting biting flies. *In* S.E. Kazakhstan, USSR. Reguliatory chislennostignusa sa yugo-vostoke Kazakhstana SSR. Akad. Nauk. Kazakh. Inst. Zool. Alma Ata. (National Library of Medicine, NIH, English translation. *Edited by* M. Laird. In prep. 1981.) 165 pp.

Duthie, H.C. and Ostrofski, M.L. 1975. Environmental impact of the Churchill Falls (Labrador) hydroelectric project. J. Fish. Res. Board Can. 32(1): 117-125.

Dyar, H.G. 1921. The mosquitoes of Canada. Trans. R. Can. Inst. 13: 71-120.

Eadie, J.A., West, R. and Waters, J.R. 1981. Western equine encephalitis (WEE). Can. Dis. Wkly Rep., Health and Welfare Canada 7(39): 193.

Edmondson, W.R. and Winberg, G.G. (Editors). 1971. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. I.B.P. Handb. No. 17.

Edwards, T.D., Dukes, J.C. and Axtell, R.C. 1974. Soil-washing apparatus for recovery of tabanid larvae and other invertebrates. J. Ga. Entomol. Soc. 9: 32-35.

Elouard, J.M. 1975. Effets toxiques sur la faune non-cible de l'Abate Standard Procida épandu lors d'un surdosage accidentel. Mém. ORSTOM 147/75: 8 pp.

Embil, J.A., Embree, J.E., Artsob, H., Spence. L. and Rozee, K.R. 1978. Antibodies to snowshoe hare virus of the California group in the snowshoe hare (*Lepus americanus*) population of Nova Scotia. Am. J. Trop. Med. Hyg. 27: 843-845.

Encyclopedia Canadiana. 1960. Baldoon. *Article.* The Canadiana Co. Ltd., Ottawa 1: 285.

Enfield, M.A. and Pritchard, G. 1977. Methods for sampling immature stages of *Aedes* spp. (Diptera: Culicidae) in temporary ponds. Can. Entomol. 109: 1435-1444.

Fallis, A.M. 1958. Biting midges (Ceratopogonidae) as intermediate hosts for *Haemoproteus* of ducks. Proc. 10th Int. Congr. Entomol. 3: 681.

Fallis, A.M. and Bennett, G.F. 1961. Ceratopogonidae as intermediate hosts for *Haemoproteus* and other parasites. Mosq. News 21: 21-28.

Fallis, A.M. and Bennett, G.F. 1966. On the epizootiology of infections caused by *Leucocytozoon simondi* in Algonquin Park, Canada. Can. J. Zool. 44: 101-112.

Fallis, A.M., Bennett, G.F., Griggs, G. and Allen, T. 1967. Collecting *Simulium venustum* females in fan traps and on silhouettes with the aid of carbon dioxide. Can. J. Zool. 45: 1011-1017.

Fallis, A.M., Desser, S.S. and Khan, R.A. 1974. On species of *Leucocytozoon. Edited by* B. Dawes. Adv. Parasitol. 12: 1-67

Fauvel, M., Artsob, H., Calisher, C.H., Davignon, L., Chagnon, A., Skvorc-Ranko, R. and Belloncik, S. 1980. California group virus encephalitis in three children from Quebec: clinical and serologic findings. Can. Med. Assoc. J. 122: 60-64.

Fauvel, M., Chagnon, A., Skvorc-Ranko, R., Frappier-Davignon, L., Moussette, N., Breton, J-P. and Artsob, H. 1981. California encephalitis - Quebec. Can. Dis. Wkly Rep., Health and Welfare Canada 7(39): 194-196.

Finney, J.R. 1981. Potential of mermithids for control and *in vitro* culture. *In* Blackflies: the future for biological methods in integrated control. *Edited by* M. Laird. Academic Press, London. pp. 325-333.

Finney, J.R. 1981. Personal communication to Laird. M.

Finney, J.R. and Mokry, J.E. 1980. Mosquitoes infected by *Romanomermis nielseni*. Mosq. News 40: 440-441.

Finney, J.R., Gordon, R., Condon, W.J. and Rusted, T.N. 1977. Laboratory studies on the feasibility of integrated mosquito control using an insect growth regulator and a mermithid nematode. Mosq. News 37: 6-11.

Fisk, G.H. 1931. Malaria and the *Anopheles* mosquito in Canada. Can. Med. Assoc. J. 25: 679-683.

Flannagan, J.F., Townsend, B.E. and de March, B.G.E. 1980a. Acute and long-term effects of methoxychlor larviciding on the aquatic invertebrates of the Athabasca River, Alberta. *In* Control of blackflies in the Athabasca River: Technical Report. *Edited by* W.O. Haufe and G.C.R. Croome. Alta. Environ. Publ., Edmonton, pp. 151-158.

Flannagan, J.F., Townsend, B.E., de March, B.G.E., Friessen, M.K. and Leonard, S.L. 1980b. Effects of an experimental injection of methoxychlor in 1974 on aquatic invertebrates: accumulation, standing crop, and drift. *In* Control of blackflies in the Athabasca River: Technical Report. *Edited by* W.O. Haufe and G.C.R. Croome. Alta. Environ. Publ., Edmonton. pp. 131-140.

Francy, D.B., Rush, W.A., Motoya, M., Inglish, D. and Bolin, R.A. 1981. Transovarial transmission of St. Louis encephalitis virus by *Culex pipiens* complex mosquitoes. Vector-Borne Diseases Division, Center for Disease Control, Fort Collins, Col. Am. J. Trop. Med. Hyg. 30(4): 930.

Fraser, S. 1806-1808. The letters and journals of Simon Fraser 1806-1808. *Edited by* W.K. Lamb. Macmillan Co. of Canada Ltd., 1960.

Fredeen, F.J.H. 1961. A trap for studying the attacking behavior of black flies, *Simulium arcticum* Mall. Can. Entomol. 93: 73-78.

Fredeen, F.J.H. 1969a. Outbreaks of the black fly, *Simulium arcticum* Malloch, in Alberta. Quaest. Entomol. 5: 341-372.

Fredeen, F.J.H. 1969b. A new procedure allowing replicated miniature larvicide tests in a large river. Can. Entomol. 101: 713-725.

Fredeen, F.J.H. 1975. Effects of a single injection of methoxychlor blackfly larvicide on insect larvae in a 161 km section of the N. Saskatchewan River. Can. Entomol. 107: 807-817.

Fredeen, F.J.H. 1977a. A review of the economic importance of black flies (Simuliidae) in Canada. Quaest. Entomol. 13: 219-229.

Fredeen, F.J.H. 1977b. Some recent changes in black fly populations in the Saskatchewan River system in western Canada, coinciding with the development of reservoirs. Can. Water Res. J. 2: 90-102.

Fredeen, F.J.H. 1977c. Black fly control and environmental quality with reference to chemical larviciding in western Canada. Quaest. Entomol. 13: 321-325.

Fredeen, F.J.H. 1979. Black fly ecology and control. Canadex Pest Control 605. June 1979.

Fredeen, F.J.H. 1981. Recent trends in problems with blackflies along the Saskatchewan River in Saskatchewan. Unpublished report to Annual Meeting, October 1981. Entomol. Soc. Can.

Fredeen, F.J.H. 1982. Personal communication to Sutton, M.

Fredeen, F.J.H. and Spurr, D.T. 1978. Collecting semi-quantitative samples of black fly larvae (Diptera: Simuliidae) and other aquatic insects from large rivers with the aid of artificial substrates. Quaest. Entomol. 14: 411-431.

Fredeen, F.J.H., Arnason, A.P., Berck, B. and Rempel, J.G. 1953. Further experiments with DDT in the control of *Simulium arcticum* Mall. in the North and South Saskatchewan Rivers. Can. J. Agric. Sci. 33: 379-393.

Fredeen, F.J.H., Saha, J.G. and Balba, M.H. 1975. Residues of methoxychlor and other chlorinated hydrocarbons in water, sand and selected fauna following injections of methoxychlor black fly larvicide into the Saskatchewan River, 1972. Pestic. Monit. J. 8: 241-246.

Freeman, J.V. and Hansens, F.J. 1972. Collecting larvae of the salt marsh greenhead *Tabanus nigrovittatus* and related species in New Jersey: comparison of methods. Environ. Entomol. 1: 653-658.

Frommer, R.L., Schiefer, B.A. and Vavra, R.W., Jr. 1976. Comparative effects of CO_2 flow rates using modified CDC light traps on trapping adult black flies (Simuliidae: Diptera). Mosq. News 36: 355-358.

Frost, S.W. 1953. Response of insects to black and white light. J. Econ. Entomol. 46: 376-377.

Frost, S., Huni, A. and Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. Can. J. Zool. 49: 167-173.

Gardner, D.R. and Bailey, J.R. 1975. Methoxychlor: its effects on environmental quality. Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, Nat. Research Council Canada No. 14102. 164 pp.

George, J.A. 1978. The potential of a local planarian, *Dugesia tigrina* (Tricladida, Turbellaria), for the control of mosquitoes in Ontario. Proc. Entomol. Soc. Ont. 109: 65-69.

Gerberich, J.B. and Laird, M. 1968. An annotated bibliography of papers relating to the control of mosquitoes by the use of fish. FAO Fish. Tech. Pap. No. 75. vii + 70 pp.

Gibson, A. 1939. Mosquito suppression work in Canada in 1938. Proc. N.J. Mosq. Exterm. Assoc. 26: 109-116.

Gillies, M.T. 1974. Methods for assessing the density and survival of blood-sucking Diptera. Ann. Rev. Entomol. 19: 345-362.

Gillies, M.T. and Snow, W.F. 1967. A CO_2-baited sticky trap for mosquitoes. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 61: 20.

Graham, P. 1969. A comparison of sampling methods for adult mosquito populations in central Alberta, Canada. Quaest. Entomol. 5: 217-261.

Gray, J.M. 1963. Lord Selkirk of Red River. The Macmillan Co. of Canada Ltd., Toronto. 388 pp.

Greiner, E.C., Bennett, G.F., White, E.M. and Coombs, R.F. 1975. Distribution of the avian haematozoa of North America. Can. J. Zool. 53: 1762-1787.

Greiner, E.C., Eveleigh, E.S. and Boone, W.M. 1978a. Ornithophilic *Culicoides* spp. (Diptera: Ceratopogonidae) from New Brunswick, Canada, and implications of their involvement in haemoproteid transmission. J. Med. Entomol. 14: 701-704.

Greiner, E.C., Taylor, D.M., Lewis, D.J. and Downes, J.A. 1978b. *Culicoides* spp. (Diptera: Ceratopogonidae) attracted to humans in New Brunswick and Nova Scotia, Canada. Can. Entomol. 110: 237-240.

Gressitt, J.L. and Gressitt, M.K. 1962. An improved Malaise trap. Pac. Insects 4: 87-90.

Guillet, P., Escaffre, M., Ouedraogo, M. and Quillévéré, D. 1981. Mise en évidence d'une résistance au témephos dans le complexe *Simulium damnosum* (*S. sanctipauli* et *S. soubrense*) en Côte d'Ivoire. (Zone du programme de lutte contre l'onchocercose dans la région du bassin de la Volta.) Cah. ORSTOM, Ser. Ent. Méd. Parasitol. 18(1980)(3): 291-299.

Haldane, E.V. and Marrie, T. 1978. Dengue fever - Nova Scotia. Can. Dis. Wkly. Rep., Health and Welfare Canada. 4(5): 19-20.

Hall, R.R., McKiel, J.A. and Brown, J.H. 1968a. Isolation of Turlock virus and a member of the Bunyamwera group, probably Cache Valley virus, from Alberta mosquitoes. Can. J. Public Health 59: 159-160.

Hall, R.R., McKiel, J.A. and Gregson, J.D. 1968b. Occurrence of Colorado tick fever virus in *Dermacentor andersoni* ticks in British Columbia. Can. J. Public Health 59: 273-275.

Harrison, R.J., Rossier, E. and Lemieux, B. 1975. The first Canadian case of Eastern equine encephalitis observed in the eastern townships of Quebec. Ann. Entomol. Soc. Quebec 20: 27-32.

Haufe, W.O. 1952. Observations on the biology of mosquitoes (Diptera: Culicidae) at Goose Bay, Labrador. Can. Entomol. 84: 254-263.

Haufe, W.O. 1973. Interaction of pesticide toxicity, parasites, and reversible anticholinesterase activity as stresses on growth rate in cattle infested with horn flies (*Haematobia irritans*) L. Toxicol. Appl. Pharmacol. 25: 130-144.

Haufe, W.O. 1978. Reduced productivity of beef cattle infested with horn flies. Research Highlights - 1978. Can. Agric. Res. Stn. Lethbridge: 61-63.

Haufe, W.O. 1980. Control of black flies in the Athabasca River: Evaluation and recommendations for chemical control of *Simulium arcticum* Malloch. Alta. Environ. Publ., Edmonton. 38 pp.

Haufe, W.O. 1981. Efficiency of horn-fly control and production of beef cattle on pasture. Research Highlights - 1980. Agric. Can. Res. Stn., Lethbridge, Alberta.

Haufe, W.O. and Burgess, L. 1960. Design and efficiency of mosquito traps based on visual response to patterns. Can. Entomol. 92: 124-140.

Haufe, W.O. and Thompson, C.O.M. 1964. Weight changes in cattle on dry range in relation to chemical treatments for fly control. Can. J. Animal Sci. 44: 272-290.

Headlee, T.J. 1932. The development of mechanical equipment for sampling the mosquito fauna and some results of its use. Proc. N.J. Mosq. Exterm. Assoc. 19: 106-128.

Health and Welfare Canada. 1982. Western equine encephalitis (WEE) Workshop held in Winnipeg, Manitoba. Can. Dis. Wkly. Rep. 8 (14): 70-72.

Hearle, E. 1922. An aerial survey of mosquito breeding places. Agric. Gaz. Can. 9: 191-195.

Hearle, E. 1926. The mosquitoes of the Lower Fraser Valley, British Columbia, and their control. Natl. Res. Counc. Rep. 17: 1-94.

Hearle, E. 1932. Notes on the more important mosquitoes in Western Canada. Proc. 19th Annu. Meeting, N.J. Mosq. Exterm. Assoc. 19: 1-8.

Helson, B. and Surgeoner, G. 1980. Homeowner mosquito control. Circ. EB 8034. Dept. Environ. Biol., Univ. of Guelph, Guelph, Ont.

Helson, B.V. and West, A.S. 1978. Particulate formulations of Abate^{R} and methoxychlor larvicides: their selective effects on stream fauna. Can. Entomol. 110: 591-602.

Helson, B.V., Surgeoner, G.A. and Ralley, W.E. 1979. Susceptibility of *Culex* spp. and *Aedes* spp. larvae (Diptera: Culicidae) to temephos and chlorpyrifos in southern Ontario. Proc. Entomol. Soc. Ont. 110: 79-83.

Helson, B.V., Surgeoner, G.A. and Wright, R.E. 1980. The seasonal distribution and species composition of mosquitoes (Diptera: Culicidae) collected during a St. Louis encephalitis surveillance program from 1976 to 1978 in southwestern Ontario. Can. Entomol. 112(9): 865-874.

Herman, C.M. and Bennett, G.F. 1976. Use of sentinel ducks in epizootiological studies of anatid blood protozoa. Can. J. Zool. 54: 1038-1043.

Hess, A.D. 1941. New limnological sampling equipment. Limnol. Oceanogr. Spec. Publ. 6: 1-5.

Hind, H.Y. 1863. Explorations in the interior of the Labrador peninsula, the country of the Montagnais and Nasquapee Indians. Longmans, London. 2 Vols., pp. 351 and pp. 304.

Hinman, E.H. and Hurlbut, H.S. 1942. A collection of anopheline mosquitoes from southern Ontario. Can. Entomol. 74(1): 20.

Hocking, B. and Richards, W.R. 1952. Biology and control of Labrador black flies. Bull. Entomol. Res. 43: 237-257.

Hocking, B., Richards, W.P. and Twinn, C.P. 1950. Observations on the bionomics of some northern mosquito species (Culicidae: Diptera). Can. J. Res. Sect. D 28: 58-80.

Howard, L.O. 1923. The yellow-fever mosquito. USDA Farmer's Bull. 1354. Wash., D.C.

Hudson, A. (Editor). 1973. Biting fly control and environmental quality. Proceedings of a Symposium, University of Alberta, Edmonton, May 16-18, 1972. Def. Res. Board, Ottawa. DR217. 162 pp.

Huffaker, C.B. and Back, R.C. 1943. A study of methods of sampling mosquito populations. J. Econ. Entomol. 36: 561-569.

Hynes, H.B.N. 1970. The ecology of stream insects. Ann. Rev. Entomol. 15: 25-42.

Hynes, H.B.N. and Williams, T.R. 1962. The effect of DDT on the fauna of a central African stream. Ann. Trop. Med. Parasit. 56: 78-91.

Iversen, J.O. 1981. Personal communication to Haufe, W.O.

Iversen, J.O., Hanson, R.P., Papadopoulos, O., Morris, C.V. and DeFoliart, G.R. 1969. Isolation of viruses of the California encephalitis virus group from boreal *Aedes* mosquitoes. Am. J. Trop. Med. Hyg. 18: 735-742.

Iversen, J.O., Seawright, G. and Hanson, R.P. 1971. Serologic survey for arboviruses in Central Alberta. Can. J. Public Health 52: 125-132.

Iversen, J.O., Wagner, R.J., deJong, C. and McLintock, J.R. 1973. California encephalitis virus in Saskatchewan: isolation from boreal *Aedes* mosquitoes. Can. J. Public Health 64: 590-594.

James, H.G. and Smith, B.C. 1958. Observations on three species of *Chaoborus* Licht. (Diptera: Culicidae) at Churchill, Manitoba. Mosq. News 18: 242-248.

Jamnback, H. 1976. Simuliidae (blackflies) and their control. Bull. WHO 76: 64 pp.

Jamnback, H. and Wall, W. 1958. A sampling procedure for *Culicoides melleus* (Coq.) (Diptera: Heleidae) with observations on the life history of two coastal *Culicoides*. Mosq. News 18: 85-88.

Jamnback, H. and Watthews, T. 1963. Studies of populations of adult and immature *Culicoides sanguisuga* (Diptera: Ceratopogonidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 56: 728-732.

Jamnback, H. and West, A.S. 1970. Decreased susceptibility of blackfly larvae to P.P. DDT in New York State and Eastern Canada. J. Econ. Entomol. 63: 218-221.

Johnson, A.P. and Pengelly, D.H. 1966. A cone trap for immature black flies (Diptera: Simuliidae). Proc. Entomol. Soc. Ont. (1965) 96: 120.

Johnson, C.W. and Sherman, J.D., Jr. 1909. Insects of Labrador. Appendix I. *In* Grenfell, W.T. *et al.* Labrador. The country and the people. Macmillan Co., New York. (Revised edition, 1922.) pp. 427-446.

Kapoor, I.P., Metcalf, R.L., Nystrom, R.F. and Sangha, G.K. 1970. Comparative metabolism of methoxychlor, and DDT in mouse, insects and in a model ecosystem. Agric. Food Chem. 18: 1145-1152.

Kershaw, K.A. 1964. Quantitative and dynamic ecology. Edward Arnold, London. 183 pp.

Kettyls, G.D., Verrall, V.M., Wilton, L.D., Clapp, J.B., Clarke, D.A. and Rublee, J.D. 1972. Arbovirus infections in man in British Columbia. Can. Med. Assoc. J. 106: 1175-1179.

Kingscote, A.A. 1952. Studies on the internal administration of known and potential insect repellents. EP Tech. Rep. No. 2. Def. Res. Board Can.

Kirby, W. and Spence, W. 1815-1826. An introduction to entomology: or elements of the natural history of insects. 4 Vols.

Lahonton, Baron de. 1703. New voyages to North America I. A.C. McClury and Co., Chicago (1905). 68 pp.

Laird, M. (Editor). 1977. Tsetse: the future for biological methods in integrated control. Int. Dev. Res. Cen., Ottawa 220 pp.

Laird, M. 1978a. Microbial and integrated control of vectors of medical importance. *In* Microbial ecology. *Edited by* M.W. Loutit and J.A.R. Miles. Springer-Verlag, Berlin. pp. 272-276.

Laird, M. 1978b. The status of biocontrol investigations concerning Simuliidae. Environ. Cons. 5: 133-142.

Laird, M. 1980. Bibliography of the natural history of Newfoundland and Labrador. Academic Press, London. Ixxi + 376 pp.

Laird, M. (Editor). 1981. Blackflies: the future for biological methods in integrated control. Academic Press, London. 399 pp.

Laird, M. and Bennett, G.F. 1970. The subarctic epizootiology of *Leucocytozoon simondi*. J. Parasitol. 56(2): 198

Laird, M. and Van Riper, C. III. 1981. Questionable reports of *Plasmodium* from birds in Hawaii, with the recognition of *P. relictum* ssp. *capistranoae* (Russell, 1922) as the avian malaria parasite there. *In* Parasitological Topics - a presentation volume to P.C.C. Garnham, F.R.S. *Edited by* E.U. Canning. Allen Press, Kansas. pp. 159-165.

Lambert, J. 1814. Travels through Canada and the United States of North America, in the years 1806, 1807, and 1808...2nd Edition. 2 Vols. Craddock and Joy, London.

Lamborn, R.H. (Introd. by). 1890. Dragon flies *vs.* Mosquitoes. Can the mosquito pest be mitigated? The Lamborn Prize Essays. New York, Appleton. 202 pp.

Lévêque, C., Odei, M. and Pugh Thomas, M. 1977. The onchocerciasis control programme and the monitoring of its effect on the riverine biology of the Volta River basin. Linn. Soc. Symp. Ser. 5: 133-143.

Lewis, D.J. and Bennett, G.F. 1974. An artificial substrate for the quantitative comparison of the densities of larval simuliid (Diptera) populations. Can. J. Zool. 52: 773-775.

Lewis, D.J. and Bennett, G.F. 1977. Biting flies of the eastern Maritime Provinces of Canada. I. Tabanidae. Can. J. Zool. 55: 1493-1503.

Lewis, D.J. and Bennett, G.F. 1979. Biting flies of the eastern Maritime Provinces of Canada. II. Culicidae. Mosq. News. 39: 633-639.

Lindsay, I.S., Farnworth, B. and Osczevski, R. 1979. Additional studies of chemically treated clothing for personal protection from biting flies. Def. Res. Estab. Ottawa Tech. Note No. 79-28.

Lockhart, J. 1979. Effect of horn-fly control on weaning weight of calves. Unpublished report, Alberta Dept. Agric.

Lord, J.K. 1866. The naturalist in Vancouver Island and British Columbia. Richard Bentley, London.

Luby, J.P. 1979. St. Louis encephalitis. Epidemiol. Rev. 1: 55-73.

Macan, T.T. 1958. Methods of sampling the bottom fauna in stony streams. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. 8: 1-21.

Macan, T.T. 1963. Freshwater ecology. Longmans, London.

Macan, T.T. 1977. The fauna in the vegetation of a moorland fishpond as revealed by different methods of collecting. Hydrobiologia 55: 3-15.

Madder, E.J., Macdonald, R.S., Surgeoner, G.A. and Helson, B.V. 1980. Use of oviposition activity to monitor populations of *Culex pipiens* and *Culex restuans* (Diptera: Culicidae). Can. Entomol. 112: 1013-1017.

Mahdy, M.S., Bansen, E., Lee, Y., Prytula, A. and Smith, H.B. 1979. Serological survey for infection with St. Louis encephalitis virus (SLEV) in Ontario. *In* Arboviral encephalitides in Ontario with special reference to St. Louis encephalitis. Ont. Min. Health. pp. 163-180.

Mail, G.A. 1954. The mosquito fish, *Gambusia affinis*, in Alberta. Mosq. News 14: 120.

Maire, A. and Aubin, A. 1976. Inventaire et classification écologiques des biotopes à larves de moustiques (Culicides) de la région de Radisson (territoire de la Baie de James, Québec). Can. J. Zool. 54: 1979-1991.

Maire, A. and Aubin, A. 1980. Les moustiques du Québec (Diptera: Culicidae). Essai de synthèse écologique. Mém. Soc. Entomol. Qué. 6: 106 pp.

Maire, A., Mailhot, Y. and Aubin, A. 1979. Caractérisation écologique des biotopes à larves de moustiques (Culicidae) du littoral subarctique de la Baie de James, Québec. Can. Entomol. 111: 251-272.

Malaise, R. 1937. A new insect trap. Entomol. Tidskr. 58: 148-160.

Martin, J.E.H. 1977. The insects and arachnids of Canada. Part 1. Collecting, preparing, and preserving insects, mites and spiders. Agric. Can. Publ. 1643.

Maw, M.G. 1966. A pitfall trap for mosquito larvae. Mosq. News 26: 584-585.

McDonald, J.L. 1970. Preliminary results on experimental detection of *Mansonia uniformis* (Theob.) mosquito immatures. Mosq. News 30: 614-619.

McIntosh, W. 1903. The Diptera of New Brunswick. Bull. Nat. Hist. Soc. N.B. 5: 123-128.

McKiel, J.A. and West, A.S. 1961. The nature and causation of insect bite reactions. Pediatr. Clin. of North Am. 8(3): 795-816.

McKiel, J.A., Hall, R.R. and Newhouse, V.F. 1966. Viruses of the California encephalitis complex in indicator rabbits. Am. J. Trop. Med. Hyg. 15: 98-102.

McLean, D.M. 1975. Arboviruses and human health in Canada. Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality. National Research Council Can. No. 14106. 35 pp.

McLean, D.M., Cobb, C., Gooderham, S.E., Smart, C.A., Wilson, A.G. and Wilson, W.E. 1967. Powassan virus: persistence of virus activity during 1966. Can. Med. Assoc. J. 96: 660-664.

McLean, D.M., Crawford, M.A., Ladyman, S.R., Peers, R.R. and Purvin-Good, K.W. 1970. California encephalitis and Powassan virus activity in British Columbia, 1969. Am. J. Epidemiol. 92: 266-272.

McLean, D.M., Bergman, S.K.A., Graham, E.A., Greenfield, G.P., Olsen, J.A. and Patterson, R.D. 1974. California encephalitis virus prevalence in Yukon mosquitoes during 1973. Can. J. Public Health 65: 23-28.

McLean, D.M., Bergman, S.K.A., Gould, A.P., Grass, P.N., Miller, M.A. and Spratt, E.E. 1975. California encephalitis virus prevalence throughout the Yukon Territory, 1971-1974. Am. J. Trop. Med. Hyg. 24: 676-684.

McLean, D.M., Grass, P.N., Judd, B.D., Cmiralova, D. and Stuart, K.M. 1977a. Natural foci of California encephalitis virus activity in the Yukon Territory. Can. J. Public Health 68: 69-73.

McLean, D.M., Grass, P.N., Judd, B.D., Ligate, L.V. and Peter, K.K. 1977b. Bunyavirus isolations from mosquitoes in the western Canadian arctic. J. Hyg. 79: 61-71.

McLean, D.M., Grass, P.N. and Judd, B.D. 1977c. California encephalitis virus transmission by arctic and domestic mosquitoes. Arch. Virol. 55: 39-45.

McLean, D.M., Grass, P.N., Judd, B.D., Stolz, K.J. and Wong, K.K. 1978. Transmission of Northway and St. Louis encephalitis viruses by arctic mosquitoes. Arch. Virol. 57: 315-322.

McLean, D.M., Grass, P.N. and Judd, B.D. 1979a. Bunyavirus infection rates in Canadian arctic mosquitoes, 1978. Mosq. News 39: 364-367.

McLean, D.M., Grass, P.N., Judd, B.D. and Stolz, K.J. 1979b. Bunyavirus development in arctic and domestic *Aedes aegypti* mosquitoes as revealed by glucose oxidase staining and immunofluorescence. Arch. Virol. 62: 313-322.

McLean, D.M., Judd, B.D. and Shives, S.K.A. 1981. Snowshoe hare virus infections in Canadian Arctic mosquitoes during 1980. Mosq. News 41: 287-290.

McLintock, J. 1976. The arbovirus problem in Canada. *In* Western encephalomyelitis. Spec. Suppl. Can. J. Public Health. 67: 8-12.

McLintock, J. and Iversen, J. 1975. Mosquitoes and human disease in Canada. Can. Entomol. 107: 695-704.

McLintock, J., Burton, A.N., Dillenberg, H. and Rempel, J.G. 1966. Ecological factors in the 1963 outbreaks of Western encephalitis in Saskatchewan. Can. J. Public Health 57: 561-575.

McLintock, J.R., Burton, A.N., McKiel, J.A., Hall, R.R. and Rempel, J.G. 1970. Known mosquito hosts of western encephalitis virus in Saskatchewan. J. Med. Entomol. 7: 446-454.

McNeel, T.E. 1931. A method for locating the larvae of the mosquito *Mansonia*. Science 74: 155.

Medovy, H. 1976. The history of western encephalomyelitis in Manitoba. *In* Western encephalomyelitis. Spec. Suppl. Can. J. Public Health. 67: 13-14.

Metcalf, R.L. 1972. Development of selective and biodegradable pesticides. *In* Pest control strategies for the future. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C. pp. 137-156.

Meyer, C.L. and Bennett, G.F. 1976. Observations on the sporogony of *Plasmodium circumflexum* Kikuth and *Plasmodium polare* Manwell in New Brunswick. Can. J. Zool. 54: 133-141.

Meyer, C.L., Bennett, G.F. and Herman, C.M. 1974. Mosquito transmission of *Plasmodium (Giovannolaia) circumflexum* Kikuth, 1931, to waterfowl in the Tantramar Marshes, New Brunswick. J. Parasitol. 60: 905-906.

Moon, H.P. 1940. An investigation of the movements of freshwater invertebrate faunas. J. Anim. Ecol. 9: 77-83.

Morgan, N.C., Waddell, A.B. and Hall, W.B. 1963. A comparison of the catches of emerging aquatic insects in floating box and submerged funnel traps. J. Anim. Ecol. 32: 203-219.

Morgan, N.O. and Uebel, E.C. 1974. Efficacy of the Assateague insect trap in collecting mosquitoes and biting flies in a Maryland salt marsh. Mosq. News 34: 196-199.

Morison, S.E. 1971. The European discovery of America. The northern voyages A.D. 500-1600. Oxford Univ. Press, New York. xvii + 712 pp.

Morris, P.F. 1960. Sampling insect populations. Ann. Rev. Entomol. 5: 243-264.

Muirhead-Thomson, R.C. 1968. Ecology of insect vector populations. Academic Press, London.

Muirhead-Thomson, R.C. 1971. Pesticides and freshwater fauna. Academic Press, London.

Mulhern, T.D. 1953. Better results with mosquito light traps through standardizing mechanical performance. Mosq. News 13: 130-133.

Mulla, M.S., Majori, G. and Darwazeh, H.A. 1975. Effects of the insect growth regulator Dimilin or TH-6040 on mosquitoes and some nontarget organisms. J. Am. Mosq. Control Assoc. (Mosq. News) 35: 211.

Mulla, M.S., Majori, G. and Arata, A.A. 1979. Impact of biological and chemical mosquito control agents on nontarget biota in aquatic ecosystems. Res. Rev. 71: 121-173.

Mullen, G.R. 1971. Sweeping as a mosquito sampling technique. Proc. N.J. Mosq. Exterm. Assoc. 58: 93-97.

Mundie, J.H. 1956. Emergence traps for aquatic insects. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. 7: 1-13.

Nichols, C.F. 1970. Some entomological equipment. 2nd Edition. Can. Dept. Agric. Inf. Bull. No. 2.

Noble, L.L. 1861. After icebergs with a painter: a summer voyage to Labrador and around Newfoundland. New York, Appleton, 1861. London, Sampson Low, 1862. xiv + 336 pp.

Ontario Ministries of the Environment and Health. 1979. Mosquito control, what you can do. Leaflet Code No. P 2.

Pechuman, L.L. 1971. A table of the insects that are found in Canada. Bull. Entomol. Soc. Can. 3: 69.

Peterson, D.G. and Wolfe, L.S. 1958. The biology and control of black flies (Diptera: Simuliidae) in Canada. Proc. 10th Int. Congr. Entomol. (1956) 3: 551-564.

Philip, C.B. 1978. Methods of collecting and rearing the immature stages of Tabanidae (Diptera). J. Parasitol. 14: 243-253.

Pillai, J.S. and MacNamara, F.N. 1968. A portable mosquito trap for use with a bantam fowl. Mosq. News 28: 87-90.

Pledger, D.J., Samuel, W.M. and Craig, D.A. 1979. Black flies (Diptera: Simuliidae) as possible vectors of leg worm (*Onchocerca cervipedis*) in moose of central Alberta. Report submitted to Alberta Environment, Pollution Control Division.

Pritchard, G. and Scholefield, P.J. 1980. An adult emergence trap for use in small shallow ponds. Mosq. News 40: 294-295.

Pritchard, H.H. 1911. Through trackless Labrador; with a chapter on fishing by G.M. Gathorne-Hardy. Heinemann, London. xv + 254 pp.

Quélennec, G. and Vervent, G. 1970. Mesure de la sensibilité aux insecticides des larves de simulies (Diptera: Simuliidae). Cah. ORSTOM Sér. Entomol. Med. Parasitol. 8: 21-43.

Reeves, W.C. 1953. Quantitative field studies on a carbon dioxide chemotropism of mosquitoes. Am. J. Trop. Med. Hyg. 2: 325-331.

Regan, D.G. and Rosberg, G.E. 1980. Investigations into the use of three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) as a mosquito control agent for use in the Lower Fraser Valley. Unpublished report by Beak Consultants to the Lower Mainland Regional District Mosquito Control Board. 24 pp.

Rempel, J.G. and Arnason, A.P. 1947. An account of three successive outbreaks of the black fly, *Simulium arcticum*, a serious livestock pest in Saskatchewan. Sci. Agric. 27: 428-445.

Roberts, D.P. and Scanlon, J.E. 1974. An area sampler for collecting mosquito larvae in temporary woodland and field pools. Mosq. News 34: 467-468.

Roberts, R.H. 1965. A steer-baited trap for sampling insects affecting cattle. Mosq. News 25: 281-285.

Roberts, R.H. 1970. Color of Malaise trap and the collection of Tabanidae. Mosq. News 30: 567-571.

Rockel, E.G. and Hansens, E.J. 1970. Emergence and flight activity of salt-marsh horse flies and deer flies. Ann. Entomol. Soc. Am. 63: 27-31.

Rosenberg, D.M. and Resh, V.H. The use of artificial substrates in the study of freshwater benthic macroinvertebrates. *In* Artificial substrates. *Edited by* J. Cairns, Jr. Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Mich. pp. 175-235. (In press).

Rossier, E., Harrison, R.J. and Lemieux, B. 1974. A case of Powassan virus encephalitis. Can. Med. Assoc. J. 110: 1173-1180.

Rothfels, K.H. 1979. Cytotaxonomy of blackflies (Simuliidae). Ann. Rev. Entomol. 24: 507-539.

Rowe, F.W. 1977. Extinction. The Beothuks of Newfoundland. McGraw-Hill Ryerson, Toronto. 162 pp.

Rowley, W.A. and Jorgensen, N.M. 1967. Relative effectiveness of three types of light traps in collecting adult *Culicoides*. J. Econ. Entomol. 60: 1478-1479.

Rozidilsky, B., Robertson, H.E. and Chorney, J. 1968. Western encephalitis: report of eight fatal cases: Saskatchewan epidemic 1965. Can. Med. Assoc. J. 98: 79-86.

Samman, J. and Pugh Thomas, M. 1979. Observations on the effect of the aerial spraying of Abate, used in the control of *Simulium* larvae, on the drift rates of microcrustacea and Chaoboridae in the River Oti, Ghana. Int. J. Environ. Stud. 14: 43-48.

Schaefer, G. 1979. Personal communication to Haufe, W.O.

Sebastien, R.J. and Lockhart, W.L. 1981. The influence of formulation on toxicity and availability of a pesticide (methoxychlor) to blackfly larvae (Diptera: Simuliidae), some non-target aquatic insects and fish. Can. Entomol. 113: 281-293.

Sekla, L.H., Stackiw, W. and Brust, R.A. 1980. Arbovirus isolations from mosquitoes in Manitoba. Mosq. News 40: 377-380.

Sekla, L.M. 1976. Western encephalomyelitis. Can. J. Public Health 67(Suppl. 1): 75 pp.

Service, M.W. 1969. The use of insect suction traps for sampling mosquitoes. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 63: 656-663.

Service, M.W. 1976. Mosquito ecology: field sampling methods. Halsted Press, New York. xii + 583 pp.

Severin, T. 1978. The Brendan Voyage. Hutchinson, London. ix + 292 pp.

Shemanchuk, J.A. 1959. Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in irrigated areas of southern Alberta and their seasonal changes in abundance and distribution. Can. J. Zool. 37: 899-912.

Shemanchuk, J.A. 1977. Biological control of mosquitoes. Can. Agric. 22(4): 25-26.

Shemanchuk, J.A. 1978. A bait trap for sampling the feeding populations of blood-sucking Diptera on cattle. Quaest. Entomol. 14: 433-439.

Shemanchuk, J.A. 1981. Repellent action of permethrin, cypermethrin and resmethrin against black flies (*Simulium* spp.) attacking cattle. Pestic. Sci. 12: 412-416.

Simon Fraser University. 1980. Graduate Studies Calendar.

Sippell, W.L. and Brown, A.W.A. 1953. Studies on the responses of the female *Aedes* mosquito. Part V. The role of visual factors. Bull. Entomol. Res. 43: 567-574.

Siverly, R.E. and DeFoliart, G.R. 1968. Mosquito studies in northern Wisconsin. II. Light trapping studies. Mosq. News 28: 162-167.

Slocombe, J.O.D. 1978. Heartworm in dogs in Canada in 1977. Can. Vet. J. 19: 244-247.

Smith, S.M., Chance, M.M., Downer, R.G.H. and Wright, R.E. 1976. Mosquitoes and mosquito control in Ontario. A report submitted to the Ontario Pesticides Advisory Committee. (Unpublished.) 687 pp.

Snell, E., Waters, J., Sekla, L., Wong, F., Ellis, R. and Brust, R. 1977. Encephalitis surveillance - Manitoba 1977. Can. Dis. Wkly. Rep., Health and Welfare Canada 3(34): 133-134.

Snoddy, E.L. and Hays, K.L. 1966. A carbon dioxide trap for Simuliidae (Diptera). J. Econ. Entomol. 59: 242-243.

Southwood, T.R.E. 1966. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Methuen and Co. Ltd., London.

Speck, F.G.S. 1935. Montagnais-Naskapi. The savage hunters of the Labrador Peninsula. Univ. Oklahoma Press, Norman. (New edition, 1977, Naskapi. Norman, UOP).

Spence, L., Artsob, H., Grant, L. and Th'ng, C. 1977. St. Louis encephalitis in southern Ontario: laboratory studies for arboviruses. Can. Med. Assoc. J. 116: 35-37.

Standfast, H.A. 1965. A miniature light trap which automatically segregates the catch into hourly samples. Mosq. News 25: 48-53.

Statistics Canada. 1980. Canadian livestock statistics (1979).

Steelman, C.D., White, T.W. and Schilling, P.E. 1972. Effects of mosquitoes on the average daily gain of feedlot steers in southern Louisiana. J. Econ. Entomol. 65: 462-466.

Stewart, W.W.A. 1970. A modified CDC light trap. Mosq. News 30: 188-191.

Sudia, W.D. and Chamberlain, R.W. 1962. Battery-operated light trap, an improved model. Mosq. News 22: 126-129.

Surber, E.W. 1937. Rainbow trout and bottom production in one mile of stream. Trans. Am. Fish. Soc. 66: 193-202.

Surgeoner, G.A. and Helson, B.V. 1978. An oviposition trap for arbovirus surveillance in *Culex* sp. mosquitoes (Diptera: Culicidae). Can. Entomol. 110: 1049-1052.

Tarshis, I.B. 1965. A simple method for the collection of black fly larvae. Bull. Wildl. Dis. Assoc. 1: 8.

Tarshis, I.B. 1968. Use of fabrics in streams to collect black fly larvae. Ann. Entomol. Soc. Am. 61: 960-961.

Taylor, B.W. 1982. Personal communication to Sutton, M.D.

Taylor, B.W., Harlos, J.A. and Brust, R.A. 1980. *Coelomomyces* infection of the adult female mosquito *Aedes trivittatus* (Coquillett) in Manitoba. Can. J. Zool. 58(7): 1215-1219.

Teskey, H.J. 1962. A method and apparatus for collecting larvae of Tabanidae (Diptera) and other invertebrate inhabitants of wetlands. Proc. Entomol. Soc. Ont. (1961) 92: 204-206.

Thompson, P.H. 1967. Sampling hematophagous Diptera with a conical trap and carbon dioxide, with special reference to *Culex salinarius*. Ann. Entomol. Soc. Am. 60: 1260-1263.

Thompson, P.H. 1969. Collecting methods for Tabanidae (Diptera). Ann. Entomol. Soc. Am. 62: 50-57.

Thompson, P.H. and Adams, B.G. 1979. Laboratory and field trials using ALTOSID^R insect growth regulator against black flies (Diptera: Simuliidae) of Newfoundland, Canada. J. Med. Entomol. 6: 536-546.

Thompson, P.H. and Holmes, J.W., Jr. 1977. The Gressitt trap for collecting Tabanidae (Diptera). Proc. Entomol. Soc. Wash. 79: 350-353.

Thorsen, J., Artsob, H., Surgeoner, G., Helson, B., Spence, L. and Wright, R. 1979. Virus isolations from mosquitoes in southern Ontario 1976 and 1977. *In* Arboviral encephalitides in Ontario with special reference to St. Louis encephalitis. Ont. Min. Health. pp. 199-207.

Thorsteinson, A.J., Bracken, G.K. and Hanec, W. 1965. The orientation behavior of horse flies and deer flies (Tabanidae, Diptera). III. The use of traps in the study of orientation of tabanids in the field. Entomol. Exp. Appl. 8: 189-192.

Townes, H. 1962. Design for a Malaise trap. Proc. Entomol. Soc. Wash. 64: 253-262.

Turner, W.T. 1974. A revision of the genus *Symphoromyia* Frauenteld (Diptera: Rhagionidae). 1. Introduction. Subgenera and species-groups. Rev. Biol. Can. Entomol. 106: 851-868.

Twinn, C.R. 1936a. The blackflies of eastern Canada (Simuliidae: Diptera). Part I. Can. J. Res. Sect. D. 14: 97-130.

Twinn, C.R. 1936b. The blackflies of eastern Canada (Simuliidae: Diptera). Part II. Can. J. Res. Sect. D. 14: 131-150.

Twinn, C.R. 1949. Mosquitoes and mosquito control in Canada. Mosq. News 9: 35-41.

Undeen, A.H. and Berl, D. 1979. Laboratory studies on the effectiveness of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* de Barjac against *Simulium damnosum* (Diptera: Simuliidae) larvae. Mosq. News 39: 742-745.

Undeen, A.H. and Colbo, M.H. 1980. The efficacy of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* against blackfly larvae (Diptera: Simuliidae) in their natural habitat. Mosq. News 40: 181-184.

Undeen, A.H. and Nagel, W.L. 1978. The effect of *Bacillus thuringiensis* ONR-60A strain (Goldberg) on *Simulium* larvae in the laboratory. Mosq. News 38: 524-527.

Undeen, A.H., Takaoka, H. and Hansen, K. 1980. The evaluation of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* de Barjac as a larvicide for use against *Simulium ochraceum*, the Central American vector of onchocerciasis. Mosq. News 41: 37-40.

Usinger, R.L. 1956. Aquatic insects of California. Univ. Calif. Press, Berkeley.

Usinger, R.L. and Needham, P.R. 1956. A drag-type riffle-bottom sampler. Prog. Fish. Cult. 18: 42-44.

Wagner, R.J., deJong, C., Leung, M.K., McLintock, J. and Iversen, J.O. 1975. Isolation of California encephalitis virus from tundra mosquitoes. Can. J. Microbiol. 21: 574-576.

Wagner, R.J., Leung, M.K., McLintock, J.J.R. and Iversen, J.O. 1979a. On the natural occurrence of snowshoe hare virus in Manitoba. Mosq. News 39: 238-243.

Wagner, V.E., Hill-Rowley, R., Narlock, S.A. and Newson, H.D. 1979b. Remote sensing: a rapid and accurate method of data acquisition for a newly formed mosquito control district. Mosq. News 39: 283-287.

Wallace, J.B. and Merritt, R.W. 1980. Filter-feeding ecology of aquatic insects. Ann. Rev. Entomol. 25: 103-133.

Wallace, R.R. and Hynes, H.B.N. 1975. The catastrophic drift of stream insects after treatments with methoxychlor. Environ. Pollut. 8: 255-268.

Wallace, R.R. and Hynes, H.B.N. 1981. The effect of chemical treatments against blackfly larvae on the fauna of running water. *In* Blackflies: the future for biological methods in integrated control. *Edited by* M. Laird. Academic Press, London.

Wallace, R.R., West, A.S., Downe, A.E.R. and Hynes, H.B. 1973. The effects of experimental blackfly larviciding with abate, dursban, methoxychlor on stream invertebrates. Can. Entomol. 105: 817-831.

Warner, R.E. 1968. The role of introduced diseases in the extinction of the endemic Hawaiian avifauna. Condor 70: 101-120.

Waters, J.R. 1978. Encephalitis surveillance - Manitoba 1977. Can. Dis. Wkly Rep., Health and Welfare Canada 4(12): 46-48.

Waugh, F.W. 1925. The Naskopi Indians of Labrador and their neighbours. Trans. Women's Can. Hist. Soc. 9: 126-136.

Webster, W.A., Dukes, A.T. and Bundza, A. 1977. Onchocerciasis (Nematoda: Filarioidea) in bovine leg joints. Can. J. Zool. 55: 1067-1070.

Welch, H.E. and James, H.G. 1960. The Belleville trap for quantitative samples of mosquito larvae. Mosq. News 20: 23-26.

Welch, P.S. 1948. Limnological methods. Blakiston Publishers, Philadelphia.

West, A.S. 1961. Biting fly control on the Quebec north shore. Proc. N.J. Mosq. Exterm. Assoc. 48: 87-95.

West, A.S. 1980. Personal communication to Lindsay, I.S.

West, A.S., Baldwin, W.F. and Gomery, J. 1971. A radioisotopic-sticky trap autoradiographic technique for studying the dispersal of black-flies. WHO/ONCHO/71.84.

Westwood, A.R. and Brust, R.A. 1981. Ecology of blackflies (Diptera: Simuliidae) of the Souris River, Manitoba, as a basis for control strategy. Can. Entomol. 113: 228-224.

Wherry, J.H. 1969. Indian masks and myths of the west. Funk and Wagnalls, New York. (Also Apollo Edition, paperback, 1974, Crowell, New York.)

Whitbourne, Sir Richard. 1623. (3rd edition). A Discoerus and Discovery of New-Found-Land, with many reasons to proove how worthy and beneficiall a Plantation, may there be made, after a better manner than it was. Together with the laying open of certain enormities and abuses committed by some that trade to that Countrey, and the meanes laid downe for reformation thereof. As also a loving Invitation; and likewise the copies of certaine Letters sent from that Countrey; which are printed in the latter part of this Booke. London. 97 + (17) pp.

Wilding, J.L. 1940. A new square-foot aquatic sampler. Limnol. Oceanogr. Spec. Pub. 4: 1-4.

Williams, C.D. and Davies, L. 1957. Simuliidae attracted at night to a trap using ultraviolet light. Nature 179: 924-925.

Williams, D.D. and Hynes, H.B.N. 1974. The occurrence of benthos deep in the substratum of a stream. Freshwater Biol. 4: 233-256.

Williams, R.W. 1960. A new and simple method for the isolation of fresh-water invertebrates from soil samples. Ecology 41: 573-574.

Williams, T.R. 1980. Personal communication to Hynes, H.B.N.

Williamson, K.B. 1949. Naturalistic measures of anopheline control. *In* Malariology. Vol. II. *Edited by* M.F. Boyd. Saunders, Philadelphia. pp. 1360-1384.

Wilson, B.H., Tugwell, N.P. and Burnes, E.C. 1966. Attraction of tabanids to traps baited with dry ice under field conditions in Louisiana. J. Med. Entomol. 3: 148-149.

Wilson, M.S., Wherrete, B.A. and Mahdy, M.S. 1979. Powassan virus meningoencephalitis: a case report. Can. Med. Assoc. J. 121: 320-323.

Wirth, W.W. 1952. The immature stages of two species of Florida salt marsh sand flies (Diptera: Heleidae). Fla. Entomol. 35: 91-100.

World Health Organization. 1967. Arboviruses and human disease. WHO Tech. Rep. Ser. No. 369.

Worth, C.B. and Jonkers, A.H. 1962. Two traps for mosquitoes attracted to small vertebrates. Mosq. News 22: 15-21.

Yu, Z-N. and Dai, D-S. 1980. The effect of Jie-Jue-Ling preparation against mosquito larvae. Bull. Microbiol. (Beijing) 7(5): 198-199.

Zebold, S.L., Whisler, H.C., Shemanchuk, J.A. and Travland, L.B. 1979. Host specificity and penetration in the mosquito pathogen *Coelomomyces psorophorae*. Can. J. Zool. 57: 2766-2770.

INDEX DES SUJETS

N.B.: Les chiffres qui figurent après chaque terme renvoient aux CHAPITRE, SECTION, SOUS-SECTION, etc. Par ex. 4343 renvoie au chapitre 4, section 3, sous-section 4 partie 3.

ABATE, 41
Abeilles, 31, 68
  Voir aussi Organismes non-cibles
Adulticide, 241, 31
  Voir aussi Insecticides
ALTOSID, 31, 32
Animaux indicateurs, 212
Animaux sauvages, 26, 64
Arborivores, 23, 26, 60
  Contrôle, 12, 522
  Effets sur l'élevage du bétail, 25
  Effets sur les animaux sauvages, 26
  Mesures d'élimination, 242, 68
  Techniques d'échantillonnage, 212, 522
Attractifs, 31, 66

Bacillus thuringiensis var.
  israeliensis, 32
BAYGON, 12
Benthos, 213, 41
Bétail, 22
  Effets des insectes piqueurs, 12, 242, 25, 33
  Mortalité, 25
  Reproduction, 25
  Voir aussi Chevaux
Bioconcentration
Brouillards, 31
Brûlots, 11, 211, 22, 26, 31
Bti, voir Bacillus thuringiensis, var.
  israeliensis

Carbamates, 12
Cératopogonidés, voir Brûlots
Champignons pathogènes voir lutte biologique,
Chevaux, 23
  Effets des insectes piqueurs, 242, 25
  Voir aussi Bétail
Chlorphoxime, 41
Chrysops, voir Taons et Chrysops
Conjonctivite, 22
Coupe du bois, 243, 41
Culicidés, voir Moustique
Cycles de reproduction, 212, 23

DDT, 41
Deet, 31
Dengue, 12, 23, 241
Dichlorodiphénytrichloréthane, 41
Diflubenzuron, 31
DIMILIN, 31

Elimination des secteurs, voir Mesures de lutte,
  Lutte biologique, Insecticides
Embargos, 12, 25
Emploi, 521, 522
Encéphalite de Californie
  Voir aussi Encéphalites
Encéphalite de St-Louis, 212, 23
  Voir aussi Encéphalites
Encéphalites, 12, 212, 23, 241, 522
Encéphalo-myélite équine de l'Est, 23
  Voir aussi Encéphalites
Encéphalo-myélite équine de l'Ouest
  Voir aussi Encéphalites
Epidémiologie, 211, 26
Etres humains
  Effets des insectes piqueurs, 11, 12, 23,
  24, 241, 243, 62

Fièvre à tiques du Colorado, 23
Fièvre jaune, 23
Forces canadiennes, 241, 243
  Entraînement, 22, 521

Habitats des eaux courantes, 213
Hydrocarbures chlorés, 32

Immigration et voyages, 243
Importance des désagréments, 22
Information, 50, 52
  Forces canadiennes, 22, 521
  des techniciens, 211, 212, 521
  du public, 50, 51
  universitaire, 522
Insectes piqueurs
  Effets sur l'élevage du bétail, 12, 242, 243, 25, 63
  Effets sur les animaux sauvages, 26, 64
  Voir aussi Mouches noires, Moustiques, Brûlots, Taons et Chrysops
  Familles, 22
    Cératopogonidés, voir Brûlots
    Chaoboridés, 22
    Culicidés, voir Moustiques
    Hippoboscidés, 22
    Muscidés, 22, 25
    Nyctéribiidés, 22
    Psychodidés, 22
    Rhagionidés, 22
    Simuliidés, voir Mouches noires
    Strébliidés, 22
    Tabanidés, voir Taons et Chrysops
  Historique, 11
  Mesures de lutte, 211, 31, 41, 522
  Réaction de l'être humain, 222, 23, 241, 243, 62
  Effets sur l'économie, 22, 241
    Frais estimés, 11, 12, 242, 25
    Pertes agricoles, 12, 241, 242, 243, 25, 63
    Pertes en productivité, 241, 25, 62
Insecticides, 31, 41, 66
  Dichlorodiphénytrichloréthane (DDT), 41
  Diflubenzuron (DIMILIN), 31
  Méthoxychlore, 242, 31, 41, 42
  Organismes à la dérive, 41
  Perméthrin, 241, 31
  Persistence, 42
  Production, 31
  Propoxur (BAYGON), 12
  Règlements et lois, 31
  Résistance, 32
  Téméphos (ABATE)
  TOSSITS, 31
Insectifuges, 11, 25, 31, 66
  Diéthyltoluamide (OFF), 241, 31
  Ingérés, 31

Langue-bleue, 12, 25
Larvicides, 242, 25, 31, 32
Leucocytozoon simondi, 26
Lutte biologique, 242, 31, 32, 33, 41, 522, 65, 67

Manuels de formation, 22, 522
Marmottes, 23
Méningite aseptique, 23
Mesures de lutte, 11, 22, 241, 32, 33, 41,
  521, 65, 67
  Voir aussi Insecticides, lutte biologique,
  régulateurs de la croissance des insectes
Méthodes d'échantillonnage, 211, 212, 213, 41, 67

PUBLICATIONS

of the
du

Environmental Secretariat
Secrétariat de l'environnement

NRCC Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality
CNRC-Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement

NRCC No. CNRC n°	
12678	Inventory of Pollution-Relevant Research in Canada. Interim Report, Vols. 1, 2. Etat de recherches sur la pollution au Canada. Rapport provisoire, Tomes 1, 2. 1972. 310 pp. $6.50. (Out of print - Edition épuisée)
14108	Inventory of Pollution-Relevant Research in Canada. Vols. 3, 4. Etat de recherches sur la pollution au Canada. Tomes 3, 4. 1975. 558 pp. $6.50.
12226	Environmental Fluoride (Special Report). 1971. 39 pp.
12226	Le fluor dans l'environnement. 1971. 41 pp.
13079	Detection and Inactivation of Enteroviruses in Water. 1973. 26 pp. $1.25.
13080	Problems and Selection of Topics for Compilation of Cause/Effect Data. 1973. 51 pp. $1.25.
13236	Détection et inactivation des entérovirus dans l'eau. 1973. 30 pp. $1.25.
13339	Problèmes et choix de thèmes en vue d'une compilation de données cause/effet. 1974. 45 pp. $1.25.
13501	The Effects of Pulp and Paper Wastes on Aquatic Life with Particular Attention to Fish and Bioassay Procedures for Assessment of Harmful Effects. 1973. 60 pp. $2.50.
13502	L'effet des déchets de pâtes et papier sur la vie aquatique. 1974. 75 pp. $2.50.
13566	A Criteria Digest on Radioactivity in the Environment. 1974. 53 pp. $1.50.
13567	Un résumé de critères sur la radioactivité dans l'environnement. 1974. 45 pp. $1.50.
13682	Lead in the Canadian Environment. 1973. 116 pp. $2.00. (Out of print - See NRCC 16736).
13683	Le plomb dans l'environnement canadien. 1973. 130 pp. $2.00. (Edition épuisée - voir CNRC 16737).
13684	Picloram: The Effects of Its Use as a Herbicide on Environmental Quality. 1974. 128 pp. $1.00.
13685	Piclorame: les effets de son utilisation comme herbicide sur l'état de l'environnement. 1974. 130 pp. $1.00.
13686	A Method of Monitoring Nationally for Possible Delayed Effects of Various Occupational Environments. 1974. 42 pp. $1.25.
13687	Une méthode de surveillance nationale des effets possibles, à long terme, du milieu professionnel sur la santé. 1974. 40 pp. $1.25.
13688	Environmental Cause/Effect Phenomena Relating to Technological Development in the Canadian Arctic. 1974. 125 pp. $2.00.
13689	Phénomènes environnementaux de cause à effet liés au progrès technique dans l'arctique. 1974. 128 pp. $2.00.
13690	The Application of the Phosphorus Loading Concept to Eutrophication Research. 1974. 42 pp. $1.25.
13691	Application du concept de la vitesse d'apport de phosphore par unité de surface à la recherche sur l'eutrophisation. 1974. 44 pp. $1.25.

Available through prepaid purchase orders from

En vente, moyennant commandes prepayées, au Service des

Publications, NRCC/CNRC
Ottawa, Ontario K1A 0R6

NRCC No. CNRC n°	
14094	Chlordane: Its Effects on Canadian Ecosystems and Its Chemistry. 1974. 189 pp. $1.00.
14095	Chlordane: ses effets sur les ecosystèmes canadiens et sa chimie. 1975. 192 pp. $1.00.
14096	Photochemical Air Pollution: Formation, Transport and Effects. 1975. 224 pp. $2.50.
14097	La pollution photochimique de l'air: sa formation, son transport et ses effets. 1976. 203 pp. $2.50.
14098	Endosulfan: Its Effects on Environmental Quality. 1975. 100 pp. $1.25.
14099	Endosulfan: ses effets sur l'état de l'environnement. 1976. 98 pp. $1.25.
14100	Waterborne Dissolved Oxygen Requirements and Criteria With Particular Emphasis on the Canadian Environment. 1975. 111 pp. $2.00.
14101	Exigences et critères relatifs à l'oxygène dissous dans l'eau, et leurs particularités à l'environnement canadien. 1976. 111 pp. $2.00.
14102	Methoxychlor: Its Effects on Environmental Quality. 1975. 164 pp. $2.00.
14103	Méthoxychlore: ses effets sur l'état de l'environnement. 1976. 161 pp. $2.00.
14104	Fenitrothion: The Effects of Its Use on Environmental Quality and Its Chemistry. 1975. 162 pp. $2.00.
14105	Fénitrothion: effets de son utilisation sur l'état de l'environnement, et sa chimie. 1976. 164 pp. $2.00.
14106	Arboviruses and Human Health in Canada. 1975. 35 pp. $1.25.
14107	Arbovirus pathogènes au Canada. 1976. 40 pp. $1.25.
14109	Waste Heat in the Aquatic Environment. 1975. 40 pp. $1.00.
14110	Pollution thermique de l'environnement aquatique. 1976. 68 pp. $1.00.
15015	Sulphur and Its Inorganic Derivatives in the Canadian Environment. 1977. 426 pp. $5.00.
15016	Le soufre et ses dérivés minéraux dans l'environnement canadien. 1978. 441 pp. $5.00.
15017	Effects of Chromium in the Canadian Environment. 1976. 168 pp. $2.00.
15018	Les effets du chrome dans l'environnement canadien. 1977. 162 pp. $2.00.
15019	The Effects of Alkali Halides in the Canadian Environment. 1977. 171 pp. $2.00.
15020	Les effets des halogénures alcalins dans l'environnement canadien. 1977. 171 pp. $2.00.
15021	The Effects of Petroleum Refinery Liquid Wastes on Aquatic Life, with Special Emphasis on the Canadian Environment. 1976. 77 pp. $2.00.
15022	Les effets des déchets liquides du raffinage du pétrole sur la vie aquatique, particulièrement dans l'environnement canadien. 1977. 86 pp. $2.00.
15023	NTA (Nitrilotriacetic Acid) - An Ecological Appraisal. 1976. 46 pp. $1.25.
15024	NTA (acide nitrilotriacétique) - une analyse écologique. 1977. 48 pp. $1.25.
15383	Effects of Noise on Man. 1976. 87 pp. $2.50.
15384	Les effets du bruit sur l'homme. 1977. 92 pp. $2.50.
15385	*Bacillus thuringiensis*: Its Effects on Environmental Quality. 1976. 133 pp. $2.00.
15386	*Bacillus thuringiensis*: ses effets sur l'état de l'environnement. 1977. 127 pp. $2.00.
15387	Medicare Data: Its Use in Defining the Effects of the Environment on Health. 1977. 164 pp. $2.50.
15388	Les statistiques de l'assurance-maladie et leur rôle dans la définition de l'influence de l'environnement sur la santé. 1978. 166 pp. $2.50.

NRCC No.
CNRC n°

15389 Fenitrothion: The Long Term Effects of Its Use in Forest Ecosystems - Current Status. 1977. 18 pp. $1.00.

16074 Fénitrothion: effets à long terme de son utilisation dans les écosystèmes forestiers - situation actuelle. 1977. 20 pp. $1.00.

15391 Effects of Arsenic in the Canadian Environment. 1978. 363 pp. $2.00.

15392 Les effets de l'arsenic sur l'environnement canadien. 1979. 415 pp. $2.00.

16073 Proceedings of a Symposium on Fenitrothion: The Long-Term Effects of Its Use in Forest Ecosystems. Comptes rendus du symposium sur le fénitrothion: les effets à long terme de son utilisation dans les écosystèmes forestiers. 1977. 628 pp. $10.00.

16075 Phenoxy Herbicides: Their Effects on Environmental Quality with Accompanying Scientific Criteria for 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-ρ-Dioxin (TCDD). 1978. 440 pp. $2.00.

16076 Herbicides phénoxy - analyse de leurs effets sur l'état de l'environnement accompagnée de critères scientifiques à l'égard de la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-ρ-dioxine (TCDD). 1979. 452 pp. $2.00.

16077 Polychlorinated Biphenyls: Biological Criteria for an Assessment of Their Effects on Environmental Quality. 1978. 172 pp. $2.00.

16078 Polychlorobiphényles: critères biologiques pour évaluer leurs effets sur l'état de l'environnement. 1979. 208 pp. $2.00.

16079 Ecotoxicology of Chlorpyrifos. 1978. 314 pp. $2.00.

16080 Ecotoxicologie du chlorpyrifos. 1979. 250 pp. $2.00.

16081 Environmental Fluoride 1977. 1978. 152 pp. $2.00.

16082 Le fluorure dans l'environnement, 1977. 1979. 175 pp. $2.00.

16446 Effects of Ultraviolet Radiation on Man. 1978. 90 pp. $2.00.

16447 Les effets du rayonnement ultraviolet sur l'homme. 1979. 91 pp. $2.00.

16448 The Biological Effects of Radio-frequency and Microwave Radiation. 1979. 244 pp. $5.00.

16449 Effets biologiques des radiofréquences et des micro-ondes. 1980. 244 pp. $5.00.

16450 The Aqueous Chlorination of Organic Compounds: Chemical Reactivity and Effects on Environmental Quality. 1978. 136 pp. $2.00.

16451 Chloration en milieu aqueux de composés organiques: réactivité chimique et effets sur l'état de l'environnement. 1979. 149 pp. $2.00.

16452 Effects of Asbestos in the Canadian Environment. 1979. 185 pp. $3.00.

16453 Les effets de l'amiante dans l'environnement au Canada. 1980. 202 pp. $3.00.

16454 Copper in the Aquatic Environment: Chemistry, Distribution, and Toxicology. 1979. 227 pp. $3.00.

16455 Le cuivre dans l'environnement aquatique: chimie, répartition et toxicologie. 1980. 249 pp. $3.00.

16736 Effects of Lead in the Environment - 1978. Quantitative Aspects. 1979. 779 pp. $5.00.

16737 Effets du plomb dans l'environnement - 1978. Aspects quantitatifs. 1980. 853 pp. $5.00.

16738 Report of a Special Conference on Hearing Threshold Levels of "Isolated" Human Populations. Comptes rendus du symposium spécial sur les niveaux d'audition des populations humaines "isolées". 1978. 104 pp. $3.00.

16739 Effects of Mercury in the Canadian Environment. 1979. 290 pp. $3.00.

16742 Effets du mercure dans l'environnement au Canada. 1980. 292 pp. $3.00.

NRCC No.
CNRC n°

16740 Carbofuran: Criteria for Interpreting the Effects of Its Use on Environmental Quality. 1979. 191 pp. $2.00.

16741 Carbofurane: critères pour interpréter les effets de son utilisation sur l'état de l'environnement. 1980. 184 pp. $2.00.

16743 Effects of Cadmium in the Canadian Environment. 1979. 148 pp. $3.00.

16744 Les effets du cadmium dans l'environnement canadien. 1979. 150 pp. $3.00.

16745 Effects of Lead in the Canadian Environment - 1978. Executive Report.
Effets du plomb dans l'environnement canadien - 1978. Rapport administratif.
1979. 24 pp. $1.00.

17581 Water Hardness, Human Health, and the Importance of Magnesium. 1979. 119 pp. $3.00.

17582 Dureté de l'eau, santé et importance du magnésium. 1980. 123 pp. $3.00.

17583 Phthalate Esters in the Aquatic Environment. 1980. 108 pp. $3.00.

17584 Esters phtaliques dans l'environnement aquatique. 1981. 110 pp. $3.00.

17585 Executive Reports: Effects of Chromium, Alkali Halides, Arsenic, Asbestos, Mercury, and Cadmium in the Canadian Environment. 80 pp.
Rapports Administratifs: effets du chrome, des halogénures alcalins, de l'arsenic, de l'amiante, du mercure, et du cadmium sur l'environnement canadien. 92 pp.
1980. $3.00.

17586 A Case Study of a Spill of Industrial Chemicals - Polychlorinated Biphenyls and Chlorinated Benzenes. 1980. $5.00.

17587 Effects of Yellow Phosphorus in the Canadian Environment. 1981. 110 pp. $3.00.

17588 Effets du phosphore blanc sur l'environnement canadien. 1981. 112 pp. $3.00.

17589 Zinc in the Aquatic Environment: Chemistry, Distribution, and Toxicology. 1981. 145 pp. $3.00.

17590 Le zinc dans l'environnement aquatique: chimie, répartition et toxicologie. 1981. 152 pp. $3.00.

18128 Intestinal Parasites of Man in the Canadian Environment. 1980. 69 pp. $2.00.

18129 Les parasites intestinaux de l'homme dans l'environnement canadien. 1980. 70 pp. $2.00.

18130 The Ecological Consequences of Dredging and Dredge Spoil Disposal in Canadian Waters. 1982. 142 pp. $5.00.

18131 Les conséquences écologiques du dragage et de l'élimination des résidus du dragage dans les eaux canadiennes. 1983. 150 pp. $5.00.

18132 Effects of Vanadium in the Canadian Environment. 1980. 94 pp. $2.00.

18133 Effets du vanadium dans l'environnement canadien. 1981. 92 pp. $2.00.

18134 Radioactivity in the Canadian Environment. 1980. 129 pp. $3.00.

18135 La radioactivité dans l'environnement canadien. 1981. 133 pp. $3.00.

18156 The Report of the Panel Convened by the National Research Council of Canada to Review the Spill of Polychlorinated Biphenyls at the Federal Pioneer Ltd. Site in Regina, Saskatchewan. 30 January 1980. 15 pp.

18467 Hydrogen Sulfide in the Atmospheric Environment: Scientific Criteria for Assessing its Effects on Environmental Quality. 1981. 196 pp. $5.00.

18468 Sulfure d'hydrogène dans l'environnement atmospheric: critères scientifiques pour évaluer ses effets sur la qualité de l'environnement. 1982. 204 pp. $5.00.

NRCC No.
CNRC n°

18469 Ethylenethiourea: Criteria for the Assessment of its Effects on Man. 1980. 149 pp. $3.00.

18470 Ethylène-thiourée: critères pour evaluer ses effets sur l'homme. 1981. 187 pp. $3.00.

18471 Pesticide-Pollinator Interactions. 1981. 190 pp. $5.00.

18472 Interactions entre pesticides et pollinisateurs. 1981. 223 pp. $5.00.

18473 Effects of Aerosols on Atmospheric Processes. 1982. 208 pp. $8.00.

18475 Acidification in the Canadian Aquatic Environment: Scientific Criteria for Assessing the Effects of Acidic Deposition on Aquatic Ecosystems. 1981. 369 pp. $10.00.

18476 Acidification dans l'environnement aquatique au Canada: critères scientifiques pour évaluer les effets du dépôt acide sur les écosystèmes aquatiques. 1982. 377 pp. $10.00.

18564 Effects of Inhaled Particles on Human Health: Influence of Particle Size and Shape. 1982. 177 pp. $8.00.

18566 Thermal Effects Upon Fishes. 1982. 200 pp. $8.00.

18568 Effects of Nickel in the Canadian Environment. 1981. 352 pp. $4.00.

18569 Effets du nickel sur l'environnement canadien. 1982. 347 pp. $4.00.

18570 A Screen for the Relative Persistence of Lipophilic Organic Chemicals in Aquatic Ecosystems - An Analysis of the Role of a Simple Computer Model in Screening.
I. A Simple Computer Model as a Screen for Persistence.
II. An Introduction to Process Analyses and Their Use in Preliminary Screens of Chemical Persistence.
1981. 302 pp. $8.00.

18571 Contrôle de la persistance relative de produits organiques lipophiles dans les écosystèmes aquatiques - analyse du rôle d'une simple simulation par ordinateur. 1982. 335 pp. $8.00.

18572 Effects of Propoxur on Environmental Quality with Particular Reference to its Use for Control of Biting Flies. 1982. 238 pp. $8.00.

18573 Les effets du propoxur sur la qualité de l'environnement, notamment quant à son emploi dans la lutte contre les insectes piqueurs. 1982. 253 pp. $8.00.

18574 Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins: Criteria for Their Effects on Man and his Environment. 1981. 251 pp. $8.00.

18575 Polychlorodibenzo-p-dioxines: critères relatifs à leurs effets sur l'homme et son environnement. 1982. 276 pp. $8.00.

18576 Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins: Limitations to the Current Analytical Techniques. 1981. 184 pp. $8.00.

18577 Polychlorodibenzo-p-dioxines: limites des méthodes analytiques actuelles. 1982. 186 pp. $8.00.

18578 Chlorinated Phenols: Criteria for Environmental Quality. 1982. 191 pp. $8.00.

18579 Chlorophénols: critères pour évaluer leurs effets sur l'état de l'environnement. 1982. 217 pp. $8.00.

18978 Workshop on the Combined Effects of Xenobiotics.
Atelier sur les effets combinés des xenobiotiques.
1982. 253 pp. $5.00.

18979 Aminocarb: The Effects of its Use on the Forest and the Human Environment. 1982. 253 pp. $8.00.

18983 The Need for New Directions in Toxicological Funding.
Le besoin d'une nouvelle politique en ce qui concerne les subventions dans le domaine toxicologique.
1982. 11 pp. $2.00.

NRCC No.
CNRC n°

19244 Ultrasound: Characteristics and Biological Action. 1981. 284 pp. $8.00.

19245 Les ultrasons: caractéristiques et action biologique. 1982. 284 pp. $8.00.

19246 The Effects of Cyanides on Aquatic Organisms with Emphasis upon Freshwater Fishes. 1982. 139 pp. $5.00.

19247 Effets des cyanures sur les organismes aquatiques, notamment sur les poissons d'eau douce. 1983. 144 pp. $5.00.

19248 Biting Flies in Canada: Health Effects and Economic Consequences. 1982. 157 pp. $5.00.

19249 Insectes piqueurs au Canada: effets sur la santé et conséquences économiques. 1983. 169 pp. $5.00.

19252 Data Sheets on Selected Toxic Elements. 1982. 61 pp. $5.00.

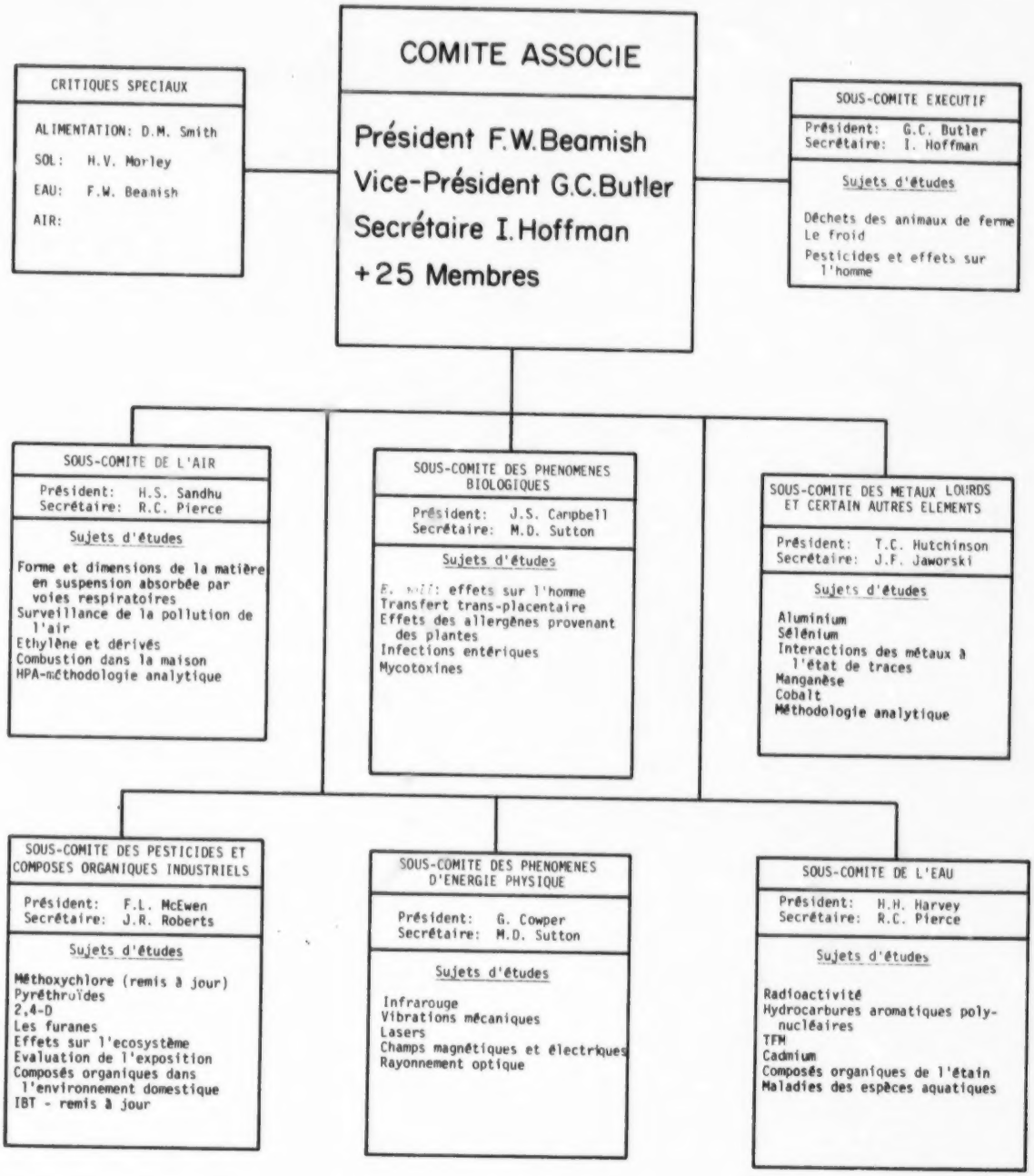
20640 Cold: Special Aspects in the Canadian North. 1983. 33 pp. $3.00.

20642 Proceedings of a Symposium on Monitoring and Assessment of Airborne Pollutants with Special Emphasis on Long-range Transport and Deposition of Acidic Materials *and* Workshop on Air and Precipitation Monitoring Networks.
Comptes rendus du symposium sur la surveillance et l'évaluation des polluants en suspension dans l'air et notamment sur le transport à grande distance et le dépôt de substances acides *et* Atelier sur les réseaux de surveillance de l'air et des précipitations.
1983. 502 pp. $8.00.

Available through prepaid purchase orders from

En vente, moyennant commandes prepayées, au Service des

Publications, NRCC/CNRC
Ottawa, Ontario K1A 0R6

ORGANIGRAMME

COMITE ASSOCIE SUR LES CRITERES SCIENTIFIQUES CONCERNANT L'ETAT DE L'ENVIRONNEMENT